

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 9 月 10 日 (10.09.2004)

PCT

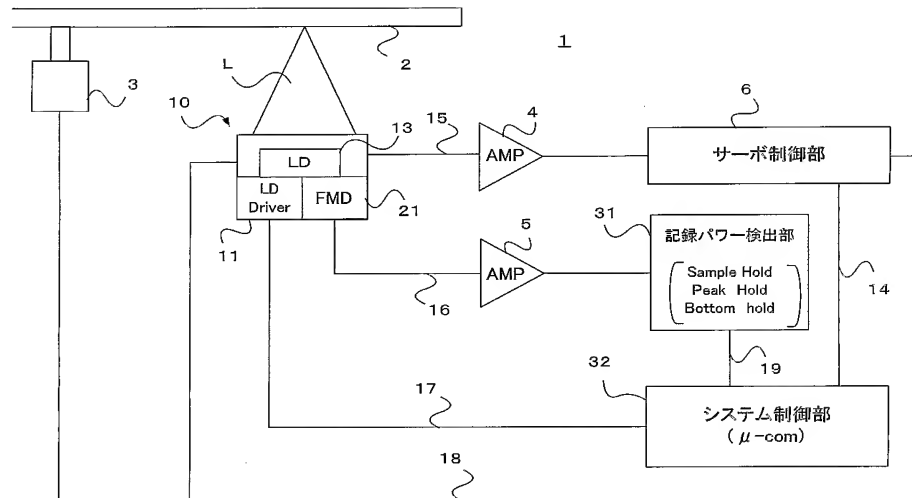
(10) 国際公開番号  
WO 2004/077418 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/0045, 7/125 千1538654 東京都目黒区目黒1丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001639 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2004 年 2 月 16 日 (16.02.2004) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 儀央 (SASAKI, Yoshio) [JP/JP]; 千3598522 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内 Saitama (JP). 内野 裕行 (UCHINO, Hiroyuki) [JP/JP]; 千3598522 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内 Saitama (JP). 富永 恭彦 (TOMINAGA, Yasuhiko) [JP/JP]; 千3598522 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内 Saitama (JP). 中川 秀紀 (NAKAGAWA, Hidenori) [JP/JP]; 千3598522 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内 Saitama (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-047164 2003 年 2 月 25 日 (25.02.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING DEVICE AND INFORMATION RECORDING METHOD

(54) 発明の名称: 情報記録装置及び情報記録方法



6...SERVO CONTROL UNIT  
31...RECORDING POWER DETECTION UNIT  
32...SYSTEM CONTROL UNIT (μ-COM)

(57) Abstract: A laser beam from a pickup is focused on an information recording medium, such as a DVD-R/RW, to record information. When the power of the laser beam is adjusted, the laser beam emitted from the pickup is received by a light receiving unit such as an FMD. The level of the received laser beam is detected, the power ratio of the laser beam is determined based on the result, and the power of the laser beam is adjusted so that the power ratio matches a predetermined reference power ratio. This method enables information to be recorded with optimum recording characteristics because the reference power ratio shows the power ratio for recording information at the optimum characteristics.

(57) 要約: 例えばDVD-R/RWなどの情報記録媒体に対し、ピックアップからレーザ光を照射して情報を記録する。また、レーザ光のパワー調整の際には、ピックアップから出射されたレーザ光はFMDなどの受光部により受光される。

[続葉有]



WO 2004/077418 A1



(74) 代理人: 中村 聡延, 外(NAKAMURA, Toshinobu et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋 1 丁目 1 6 番 1 0 号  
オークビル京橋 4 階 東京セントラル特許事務所内  
Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 情報記録装置及び情報記録方法

## 5 技術分野

本発明は、情報記録媒体に光学的に情報を記録する方法に関する。

## 背景技術

10 光学的に情報を記録可能な情報記録媒体として例えばDVD-R/RW、CD-R/RWなどが知られており、それら情報記録媒体に情報を記録するための情報記録装置が存在する。そのような情報記録装置はドライブ装置とも呼ばれる。情報記録の際には、ドライブ装置は情報記録媒体に対して適切な記録パワーでレーザ光などの記録光を照射して情報記録媒体の記録面上に記録情報に対応するピットなどを形成することにより、情報を記録する。従って、正確な情報記録のためには、記録光が適切な記録パワーに維持されていることが必要となる。

15 通常、ドライブ装置は、生産工程において記録パワーの調整が行われた後に出荷される。一方、出荷後は、環境による温度変化などに対応するための補正が行われる程度であり、特に記録パワーの調整（キャリブレーション）が行われる機会はない。なお、温度変化に対応するための補正とは、記録ドライブ装置が置かれた環境温度と当該ドライブ装置が搭載するレーザダイオードの温度特性とに基づいて、レーザダイオードを駆動する電流値を補正する処理である。

20 CD-R/RW、DVD-R/RW、DVD+R/RWなどのディスクには、その記録媒体に正しく記録を行うための最適記録パワー値や記録パワー比などの情報（以下、「最適記録情報」と呼ぶ。）が予め記録されている。なお、記録パワー比とは、情報を記録する際のレーザ駆動波形（「ストラテジ」とも呼ぶ。）中の複数のレベルの比である。よって、ドライブ装置は、ディスクに記録されている最適記録情報を基にして、好ましい記録条件を決定するためのテスト記録や、実際の情報記録を行う。即ち、ディスク上に記録されている最適記録パワー値や記録パワー比となるようにレーザダイオードを駆動して記録を行う。

しかし、ディスク上に記録された最適記録情報に従って記録を行ったとしても、出荷時に行われたパワー調整の誤差や、当該ドライブ装置が使用される環境における温度変化などの要因により、実際にピックアップから出力される記録レーザー光は必ずしも最適な記録パワー比とはならないことが多い。その場合、テスト記録においては最良の記録条件を得ることができなくなり、実際の情報記録においては最良の記録特性を得ることができなくなる。これは、2倍速、4倍速又はそれ以上のいわゆる高速記録時に特に顕著となる。本発明が解決しようとする課題には、上記のようなものが一例として挙げられる。

## 10 発明の開示

本発明は、生産工程でのパワー調整誤差や環境による温度変化などの影響を受けることなく、最適な記録パワー比となるように記録パワーの調整を可能とすることを目的とする。

本発明の1つの観点では、情報記録装置において、レーザー光を出射するピックアップと、前記ピックアップから出射されたレーザー光を受光する受光部と、前記受光部により受光された前記レーザー光におけるパワー比を求め、求められたパワー比が所定の基準パワー比と一致するように、前記ピックアップから出射されるレーザー光のパワーを調整するパワー調整を行うパワー調整部と、を備える。

本発明の他の観点では、情報記録方法において、ピックアップから出射されたレーザー光を受光する工程と、前記受光部により受光された前記レーザー光におけるパワー比を求める工程と、求められたパワー比が所定の基準パワー比と一致するように、前記ピックアップから出射されるレーザー光のパワーを調整するパワー調整を行う工程と、を有する。

## 25 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態に係る情報記録装置の構成を示す機能ブロック図である。

図2は、本発明の実施例に係る情報記録装置の構成を示す。

図3は、パワー比調整処理例を示すフローチャートである。

図 4 は、DVD-R の 4 倍速記録時のレーザ駆動波形を示す。

図 5 A から 5 C は、DVD-R の 4 倍速記録時の記録パワー比  $P_o/P_m$  のマージン特性例を示す。

図 6 は、図 5 C に示す歪み率の定義を示す図である。

- 5 図 7 A と 7 B は、DVD-R の 4 倍速記録時において、記録パワー比が最適記録パワー比に近い場合とそうでない場合とのパワーマージン特性例を示す。

図 8 は、DVD-RW の記録時のレーザ駆動波形である。

図 9 A から 9 C は、DVD-RW の 2 倍速記録時の記録パワー比のマージン特性例である。

- 10 図 10 は、DVD-RW の 2 倍速記録時において、記録パワー比が最適記録パワー比と一致する場合と、そうでない場合とのパワーマージン特性例である。

図 11 は、DVD+R の 4 倍記録時のレーザ駆動波形の例である。

図 12 A は、CD-R の記録時のレーザ駆動波形、図 12 B は、マルチスピード (Multi-speed) CD-R の記録時のレーザ駆動波形である。

- 15 図 13 は、変形例に係る消去パワー決定処理のフローチャートを示す。

図 14 は、情報記録装置の変形例の構成ブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- 以下、本発明の好適な実施形態について説明する。図 1 に本発明の実施形態に係る情報記録装置の構成を機能ブロックで示す。図 1 において、本実施形態の情報記録再生装置 1 は、光ディスクなどの情報記録媒体に対して記録光を照射するためのピックアップ 10 と、ピックアップ 10 から出射された記録光を受光する受光部 20 と、受光部 20 が受光した記録光のパワーを検出し、最適なパワー比となるようにピックアップ 10 から出射される記録光のパワーを調整するパワー調整部 30 とを備える。
- 20
- 25

上記のように構成された情報記録装置は、例えば DVD-R/RW、DVD+R/RW、CD-R/RW などの情報記録媒体に対し、ピックアップ 10 からレーザ光を照射して情報を記録する。また、レーザ光のパワー調整の際には、ピックアップ 10 から出射されたレーザ光は受光部 20 により受光される。受光され

たレーザ光のレベルが検出され、それに基づいてレーザ光のパワー比が決定され、それが所定の基準パワー比と一致するようにレーザ光のパワーが調整される。基準パワー比は、情報記録媒体に対して最適な記録特性で情報記録を行うことができるパワー比を示すので、これにより最適な記録特性での情報記録が可能となる。

- 5        この基準パワー比は、情報記録媒体上に予め記録されているものとしてことができ、その場合、情報記録装置はピックアップ10を利用して情報記録媒体に記録されている前記基準パワー比を読み取る読取部を備えることができる。また、基準パワー比は、前記レーザ光の記録モードにおけるパワー比とすることができる。

- 10       読取部は前記情報記録媒体に記録されている最適記録パワー値を読み取り、前記パワー調整部30は、前記最適記録パワー値について前記パワー調整を行うことができる。

- また、実際の情報記録に先立ってテスト記録を行う場合には、パワー調整部30は、前記最適記録パワー値を基準に決定される所定パワー範囲内の少なくとも  
15       1つのパワー値において前記パワー調整を行うことができる。

- また、前記パワー調整部30は、前記情報記録媒体の情報記録領域以外に前記ピックアップ10が位置する状態で前記パワー調整を行うか、又は、前記情報記録媒体のテスト記録領域において前記ピックアップ10が位置する状態で前記パワー調整を行うことが好ましい。これにより、パワー調整中に情報記録媒体の本来の情報記録領域内に誤って記録が行われることを防止することができる。  
20

- 上記の受光部20はピックアップ10内のフロントモニタ部とすることができ、その場合はピックアップ10内の構造を利用してレーザ光のパワーを容易に検出することができる。また、受光部20は情報記録媒体が配置されるべき面上に配置された光検出器とすることができ、その場合は受光部20によりディスクに照射されるのと同等のレーザ光パワーを検出することができる。  
25

      また、パワー比は、情報記録のためのレーザ駆動波形に含まれる異なるレベル部分の比とすることができる。例えば、記録パワー比はDVD-Rの情報記録時のレーザ駆動波形におけるトップパルス部のレベルと中間パルス部のレベルの比とすることができる。同様に、DVD-RW、DVD+R、DVD+RWなどに

においても、情報記録時のレーザ駆動波形における異なるレベル部分の比とすることができ。

(実施例)

次に、図面を参照して本発明の好適な実施例について説明する。

5      [情報記録装置の構成]

図 2 に本発明の第 1 実施例に係る情報記録装置の構成を示す。図 2 において、情報記録装置 1 は、例えば CD-R/RW、DVD-R/RW、DVD+R/RW などの光ディスク 2 に対して情報を記録する装置であり、スピンドルモータ 3 と、ピックアップ 10 と、アンプ 4 及び 5 と、サーボ制御部 6 と、記録パワー検出部 31 と、システム制御部 32 とを備える。

スピンドルモータ 3 は、サーボ制御部 6 から供給される制御信号に基づいて、光ディスク 2 を所定の速度で回転させる。ピックアップ 10 は、記録光の光源としての LD (Laser Diode) 13 と、LD を駆動する LD ドライバ 11 と、受光部として機能するフロントモニタダイオード (FMD) 21 と、図示しない光学系とを備える。LD ドライバ 11 は、システム制御部 32 から供給される LD 制御信号 17 に基づいて LD 13 に駆動電流を通電して LD 13 を発光させ、光学系を通じて情報の記録や消去のためのレーザ光 L を出射させる。

また、ピックアップ 10 は、図示しない光検出器などにより、光ディスク 2 で反射されたレーザ光を受光し、その光量に対応する電気信号である光検出信号 15 を生成してアンプ 4 へ出力する。一方、FMD 21 は、LD 13 から出射されたレーザ光を受光し、その光量に対応するレーザパワー検出信号 16 を生成してアンプ 5 へ出力する。

アンプ 4 は必要に応じて光検出信号 15 を増幅又は減衰してサーボ制御部 6 へ供給する。サーボ制御部 6 は、光検出信号 15 に基づいて、トラッキングサーボ、フォーカスサーボ、スピンドルサーボなどを含む各種のサーボ制御を行う。具体的には、サーボ制御部 6 は、システム制御部 32 からの制御信号 14 によって制御され、光検出信号 15 に基づいて各種のサーボエラーを検出し、サーボ制御信号 18 を生成してピックアップ 10 及びスピンドルモータ 3 に供給し、各種サーボ制御を実行する。

5 アンプ 5 は、FMD 2 1 から出力されたレーザパワー検出信号 1 6 を増幅して記録パワー検出部 3 1 へ供給する。記録パワー検出部 3 1 は、例えばサンプルホールド回路、ピークホールド回路、又は、ボトムホールド回路などを含んで構成され、レーザパワー検出信号 1 6 から所定のタイミングにおけるレーザパワーを  
5 検出して検出レーザパワー値 1 9 としてシステム制御部 3 2 へ供給する。

システム制御部 3 2 は、マイクロコンピュータなどにより構成され、記録の対象となる光ディスク 2 に記録されている最適記録情報と、検出レーザパワー値 1 9 とに基づいて LD 制御信号 1 7 を生成して LD ドライバ 1 1 へ供給する。これにより、LD 1 3 から出射されるレーザ光のパワーが最適化される。

10 [パワー比調整処理]

次に、システム制御部 3 2 で行われる制御について詳しく説明する。システム制御部 3 2 は、パワー比調整 (Power Ratio Calibration) を行う。DVD-R/RW などの光ディスク 2 には、その光ディスク 2 に対して最適な条件で記録することを可能とするために、最適記録情報が記録されている。最適記録情報とは、  
15 当該光ディスク 2 に対して最適な記録特性で記録を行うために要求される記録パワーを規定する情報である。詳細は後述するが、例えば DVD-R の場合においては図 4 に示すように、5 T 以上の記録データは略凹形のレーザ駆動波形 (ストラテジ) により LD を駆動して情報を記録する。この場合、レーザ駆動波形はトップパルス部 2 0 1 のレベル  $P_o$  と、中間パルス部 2 0 2 のレベル  $P_m$  とにより規定され、DVD-R のディスクには最適記録情報として、最適記録パワー値 (この例では、トップパルス部 2 0 1 のレベル  $P_o$  の値、例えば、12 mW など) と、  
20 最適記録パワー比  $P_r (= P_o / P_m)$  とが記録されている。つまり、その DVD-R には、「トップパルス部分のレベル  $P_o$  が 12 mW、かつ、記録パワー比  $P_r = P_o / P_m$  となるようにレーザ駆動波形を生成して記録を行えば、最適な記録特性  
25 で記録ができる」という情報が記録されている。

システム制御部 3 2 は、この最適記録情報に基づいて、まず、レーザ駆動波形を生成し、実際に LD 1 3 を駆動してレーザ光を出射する。出射されたレーザ光は FMD 2 1 により受光され、記録パワー検出部 3 1 によりそのレーザパワーが検出されて検出レーザパワー値 1 9 としてシステム制御部 3 2 へ供給される。シ



システム制御部 32 は、図 4 に示すレーザ駆動波形におけるトップパルス部 201 と中間パルス部 202 の検出レーザパワー値に基づいて、記録パワー比  $P_r = P_o / P_m$  を算出し、それが光ディスク 2 から読み取った最適記録パワー比と等しくなるように、LD 制御信号 17 を生成して LD ドライバ 11 を制御する。こうして、  
5 実際に LD 13 から出射されたレーザパワーが、光ディスク 2 に記録されている最適記録パワー比となるようにフィードバック制御が行われる。これが、本発明によるパワー比調整処理である。

なお、ここでは光ディスク 2 の例として DVD-R を挙げ、その最適記録情報が、最適記録パワー値＝トップパルス部分のレベル  $P_o$ 、及び、最適記録パワー比  
10  $P_r (= P_o / P_m)$  であると述べたが、パワー比調整処理において使用される最適記録情報は、ディスクの種類によって当然に異なる。これについては、後述する。

次に、パワー比調整処理例について説明する。図 3 は、パワー比調整処理の一例を示すフローチャートである。なお、この処理は、図 2 に示すシステム制御部 32 が、予め用意されたプログラムを実行することにより実現される。

15 まず、システム制御部 32 は情報記録装置 1 内に光ディスク 2 がセットされているか否かを検出する（ステップ S10）。光ディスク 2 がセットされたことを検出すると、システム制御部 32 はその光ディスク 2 から、最適記録情報を取得し、システム制御部 32 の内部に一時的に記憶する（ステップ S11）。最適記録情報は、例えば前述のように最適記録パワー値と、最適記録パワー比とを含む。

20 次に、システム制御部 32 は、記録準備が整ったか否かを判定する（ステップ S12）。これは、例えばピックアップ 10 を含む情報記録装置 1 の各構成要素が記録動作可能な状態になったこと、及び、利用者が情報記録装置 1 に対して記録指示を入力したこと、などに基づいて判定することができる。

次に、システム制御部 32 は、サーボ制御部 6 によるサーボ制御を維持したままピックアップ 10 をテスト記録（試し書き）領域に配置するか、もしくは、サーボ制御部 6 によるサーボ制御をオフにした上でピックアップ 10 をディスク最内周又はディスク最外周の記録不可能な領域に移動する（ステップ S13）。即ち、システム制御部 32 は、ディスクの情報記録領域以外の領域にピックアップ 10 を配置させる。これは、パワー比の調整を行う際に LD 13 からレーザ光を

出射する必要があるので、そのレーザ光によりディスク上の本来の情報記録領域に無駄なデータ記録がなされてしまうことを防止するためである。よって、パワー調整処理は、ピックアップ10がテスト領域に位置しているか、もしくはディスク内周又は外周の記録不能領域に位置した状態で行われることになる。

5       こうして、ディスクの情報記録領域以外の領域にピックアップ10を配置すると、次にシステム制御部32は実際の情報記録前に試し書きを行うか否かを判定する（ステップS14）。これは、例えば情報記録装置1が実際の記録前にテスト記録を行うモードに設定されているか否かなどの設定情報を参照することにより判定することができる。

10       そして、テスト記録を行う場合（ステップS14；Yes）、システム制御部32はテスト記録を行うパワーの範囲内の少なくとも1つのパワーで、前述のパワー比調整を行う（ステップS15）。通常、テスト記録は所定のパワー範囲内で記録パワーを変更して行われ、その結果から最適な記録パワーを決定するものである。よって、テスト記録を行う所定のパワー範囲内で少なくとも1つ、好ましくは  
15       は数個の記録パワー値について、パワー比調整を実施する。なお、この場合、テスト記録を行う所定のパワー範囲は、先に光ディスク2から読み取った最適記録パワー値を中心として決定することができる。

一方、テスト記録を行わない場合（ステップS14；No）、システム制御部32は先に光ディスク2から読み取った最適記録パワー値において、パワー比調整  
20       を行う。即ち、この場合は1つの記録パワー値のみについてパワー比調整が行われることになる。

こうして、少なくとも1つの記録パワー値についてパワー比調整が実施される。パワー比調整が行われることにより、実際にピックアップ10のLD13から出射されるレーザパワーは最適記録情報により規定される条件を具備することとなる。よって、テスト記録を行う場合には、ステップS15でパワー比の調整がな  
25       された後の記録パワーにより高精度のテスト記録を行うことが可能となる。また、テスト記録を行わずに実際の情報記録を行う際も、ステップS16でパワー比の調整がなされた後の記録パワーにより、その光ディスク2に対して最適な記録特性で記録を行うことが可能となる。

## [各種ディスクにおける最適記録情報]

次に、本発明を各種のディスクの再生装置に適用した場合に、それぞれの値を上述のパワー比調整処理における最適記録情報として使用するかについて、ディスク毎に説明する。

## 5 (1) DVD-R

図4は、DVD-Rの4倍速記録時のレーザ駆動波形を示す。DVD-Rの4倍速記録においては、3T及び4Tの記録データは図中左側に示す単一のレーザ駆動波形により記録され、5T以上の記録データは図中右側に示す略凹型のレーザ駆動波形により記録される。5T以上のレーザ駆動波形のトップパルス201及びラストパルス203のレベルを $P_o$ とし、中間パルス部202のレベルを $P_m$ とすると、DVD-Rには最適記録情報として、最適記録パワー比： $P_r = P_o / P_m$ の値が記録されている。よって、DVD-Rに本発明を適用した場合には、実際にLD13から出射されたレーザ光から得られた記録パワー比がこの最適記録パワー比： $P_r = P_o / P_m$ の値と一致するようにパワー比調整処理が実行される。

15 なお、 $P_b$ はバイアスレベルである。

図5Aから5Cは、DVD-Rの4倍速記録時の記録パワー比： $P_r = P_o / P_m$ のマージン特性の例を示す。本例では、DVD-Rに予め記録されている最適記録パワー比は1.45程度の値である。

まず、以下に検討するパラメータについて簡単に説明しておく。「ジッタ(jitter)」は、2値化した再生信号から生成したPLLクロックに対する、2値化した再生信号の立上りおよび立下りエッジのゆらぎ度合いを示す値である。クロックジッタが高いほど、再生信号の品質が悪く、低いほど再生信号の品質が良い。DVD-R規格書によれば、ジッタ値：8.0%未満が要求されている。

20

「アシンメトリ(Asymmetry)」は、最小記録マーク(3Tマーク)と最大記録マーク(14Tマーク)との振幅中心のずれ度合いを示す値であり、DVD-R規格書によれば、アシンメトリ：-0.05～0.15が要求されている。

25

「変調度(I<sub>14H</sub>)」は、最大記録マーク(14Tマーク)に対する再生信号のピーク値とゼロレベルとの差 $I_{14H}$ と、最大記録マークに対する再生信号の振幅 $I_{14}$ の比( $I_{14} / I_{14H}$ )を示す値であり、DVD-R規格書によれば、変調度：0.

60以上（60%）以上が要求されている。

図5Aは記録パワー比（ $P_o/P_m$  ratio）とジッタの関係を示す。記録パワー比が最適値からずれるに従ってジッタが悪化することがわかる。図5Bは記録パワー比とアシンメトリ及び変調度の関係を示す。図5Bからは、記録パワー比が変化すると、アシンメトリの値はほぼ一定であるが、パワー比が小さいと記録信号の変調度が大きくなっていることがわかる。これはR O P C（Running Optimum Power Control）に悪影響を与える可能性が生じるので好ましくない。また、パワー比が大きくなると変調度が小さくなり、S/Nが悪くなる。

図5Cは記録パワー比と記録波形の歪み率との関係を示す。記録パワー比が最適値より大きくなると、歪み率が増大していくことがわかる。なお、図5Cに示す記録波形の歪み率は、図6に示すように定義される。図6は記録信号の再生波形例を示しており、再生波形の振幅Aに対する歪み量Bの割合を図5Cにおける歪み率と定義している。

また、図7Aと7Bは、DVD-Rの4倍速記録時において、記録パワー比： $P_r = P_o/P_m$ が最適記録パワー比に近い場合とそうでない場合とのパワーマージン特性を示す。具体的には、図7Aは、記録パワー比を最適値（ $P_o/P_m = 1.45$ ）とそうでない値（ $P_o/P_m = 1.35$ ）とし、記録パワー比を一定に保ち、記録パワー $P_w$ を変化させた場合のジッタの変化を示す。図7Bはその場合の変調度の変化を示す。図7Aからは、記録パワー比が最適値からずれるとジッタの最小値が増大することがわかる。また、ジッタの最小値を得るために必要な記録パワー $P_w$ も増加することがわかる。図7Bからは、記録パワー比が小さいと変調度が大きくなり、変調度のパワーに対する変化率（即ちグラフの傾き）が小さくなっていることがわかる。よって情報記録中の変調度をモニタしながらR O P C制御を行う場合には、その精度が悪化することになる。

以上のように、記録パワー比が最適記録パワー比からずれると、ジッタが増加する、変調度が低下する、歪みが大きくなる、R O P Cの精度が低下しうるなどの各種弊害が現れる。よって、最適な記録特性で記録を行うためには、パワー比調整処理により記録パワー比を最適記録パワー比に一致させるようにパワー調整を行うことが有効であることが理解される。

## (2) DVD-RW

次に、DVD-RWにおける最適記録情報について説明する。図8はDVD-RWの記録時のレーザ駆動波形である。DVD-RWのレーザ駆動波形は、記録  
パワーレベル $P_w$ と、消去（イレース）パワーレベル $P_e$ と、バイアスパワーレベ  
5 ル $P_b$ により構成される。DVD-RWには、記録パワーレベル $P_w$ と消去パワー  
レベル $P_e$ の比 $\varepsilon$  ( $= P_e / P_w$ ) の最適値が最適記録パワー比として記録されてい  
る。よって、DVD-RWの場合、前述のパワー比調整処理は記録パワー比 $\varepsilon$ に  
ついて行うことになる。

なお、CD-RW及びDVD+RWについても、情報記録には同様の波形のレ  
10 ザ駆動信号が使用される。よって、DVD-RWと同様に記録パワー比 $\varepsilon$ につ  
いてパワー比調整処理を行えばよい。

図9Aから9CはDVD-RWの2倍速記録時の記録パワー比 $\varepsilon$ のマージン特  
性例である。図9Aは記録パワー比 $\varepsilon$ とジッタのとの関係を示し、図9Bは記録  
パワー比 $\varepsilon$ とアシンメトリとの関係を示し、図9Cは記録パワー比 $\varepsilon$ と変調度と  
15 の関係を示す。なお本例では、最適記録パワー比は $\varepsilon = \text{約} 0.52$ である（図中  
の直線210で示す）。図9Aからは、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パワー比から  
ずれるとジッタが悪化することがわかる。図9Bからは、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適  
記録パワー比からずれるとアシンメトリが変化することがわかる。また、図9C  
からは、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パワー比からずれると変調度が変化すること  
20 ができる。

以上より、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パワー比より小さいとジッタの増加は小  
さいが、アシンメトリが深くなり、変調度が飽和する。つまり、記録パワーが大  
きすぎる状態となり、DVD-RWに対する繰り返し記録特性に悪影響が及ぶ。  
即ち、書き換え可能回数が減少する。一方、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パワー比  
25 より大きいと、アシンメトリが浅くなるとともにジッタが悪化する。

図10はDVD-RWの2倍速記録時において、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パ  
ワー比と一致する場合 ( $\varepsilon = 0.52$ ) と、そうでない場合 ( $\varepsilon = 0.60$ ) と  
のパワーマージン特性例であり、横軸は記録パワー値 $P_w$ であり縦軸はジッタで  
ある。図からわかるように、記録パワー比 $\varepsilon$ が最適記録パワー比と一致しない場

合は、一致する場合と比較して、最小ジッタ値が大きくなっている。

このように、DVD-RWにおいても、記録パワー比 $\varepsilon$ を最適記録パワー比（本例では約0.52）に一致させることにより、最適な記録特性が得られることが理解される。

5       (3) DVD+R

図11はDVD+Rの4倍記録時のレーザ駆動波形の例であり、5T以上の記録マークを形成するための記録パワーは $P_p$ であり、4Tの記録マークを形成する記録パワーは $P_p + \Delta P_p(4T)$ であり、3Tの記録マークを形成する記録パワーは $P_p + \Delta P_p(3T)$ である。DVD+Rにおいては、図11に示す記録パワー $P_p$ 、  
10   並びに、その記録パワー $P_p$ と3Tマーク及び4Tマークを記録する際の記録パワーの比が記録されている。即ち、記録パワー比： $\Delta P_p(3T) / P_p$ 、及び、 $\Delta P_p(4T) / P_p$ が最適記録情報として記録されている。よって、DVD+Rの場合は、これらの記録パワー比について前述のパワー比調整処理を行う。

      (4) CD-R

15   図12AはCD-Rの記録時のレーザ駆動波形であり、図12Bはマルチスピード（Multi-speed）CD-Rの記録時のレーザ駆動波形である。CD-Rには、図中の記録パワー $P_w$ と $\Delta P_w$ の比が最適記録情報として記録されている。よって、CD-Rの場合は、これらの記録パワー比（ $\Delta P_w / P_w$ ）について前述のパワー比調整処理を行う。

20   [変形例1]

次に、上記の情報記録装置の変形例を説明する。この変形例は、上述のパワー比調整処理を、消去パワーの決定に適用したものである。DVD-RW、DVD+RW、CD-RWなど、情報記録を繰り返して行うディスクにおいては、情報の書き換え時においても、記録時同様にパワー比の調整を行ってからテスト記録  
25   を行い、記録パワー及び消去パワーを決定することができる。そうして決定された消去パワーで記録情報の消去を行うことにより、適切な消去を実行することができる。

図13に本変形例に係る消去パワー決定処理のフローチャートを示す。なお、この処理は、図2に示すシステム制御部32が、予め用意されたプログラムを実

行することにより実現される。

まず、システム制御部 32 は情報記録装置 1 内に光ディスク 2 がセットされているか否かを検出する（ステップ S 20）。光ディスク 2 がセットされたことを検出すると、システム制御部 32 はその光ディスク 2 から、最適記録情報を取得  
5 し、内部に一時的に記憶する（ステップ S 21）。最適記録情報は、前述のように最適記録パワー値と最適記録パワー比とを含む。

次に、システム制御部 32 は、情報の消去準備が整ったか否かを判定する（ステップ S 22）。次に、システム制御部 32 は、サーボ制御部 6 によるサーボ制御を維持したままピックアップ 10 をテスト記録領域に配置するか、もしくは、  
10 サーボ制御部 6 によるサーボ制御をオフにした上でピックアップ 10 をディスク最内周の記録不可能な領域又はディスク最外周に移動する（ステップ S 23）。これは、図 2 に示したパワー調整処理の場合と同様に、ディスクの情報記録領域以外の領域にピックアップ 10 を配置し、消去パワー決定処理中のレーザ光によりディスク上の本来の情報記録領域に無駄なデータ記録がなされてしまうことを  
15 防止するためである。

次に、システム制御部 32 はテスト記録を行うパワーの範囲内の少なくとも 1 つのパワーで、前述のパワー比調整を行う（ステップ S 24）。こうして、少なくとも 1 つのパワー値について、パワー比の調整が実施される。パワー比の調整が行われることにより、実際にピックアップ 10 の LD から出射されるレーザパ  
20 ワーが最適記録情報により規定される条件を具備することとなる。

次に、システム制御部 32 は、パワー比の調整がなされた後の記録パワーによりテスト記録を行って記録パワー及び消去パワーを決定する（ステップ S 25）。これにより、適正なパワーで情報の消去を行うことが可能となる。

#### 〔変形例 2〕

25 次に、他の変形例について説明する。この変形例は LD から出射されるレーザ光を受光する受光部 20 の変形例であり、その構成を図 14 に示す。なお、図 14 において、図 2 に示した情報記録装置 1 の構成要素と同一のものには同一の符号を付している。

上記の実施例では、記録パワーの検出部として FMD を使用しているが、図 1

4に示すように、例えば光ディスク外周側の当該光ディスク2が接触することが  
ない位置にディテクタ22を設け、これを受光部20として使用することができる。  
このように、光ディスク2と同一面上で光ディスク2の外周側位置にディテ  
クタを設けてLD13の出力レーザ光を検出すると、FMDとは異なり、実際に  
5 光ディスク2に照射されるレーザ光のパワーをディテクタ22により検出するこ  
とが可能となる。

以上説明したように、本発明では、情報記録装置を、レーザ光を出射するピッ  
クアップと、ピックアップから出射されたレーザ光を受光するFMD又はディテ  
クタなどの受光部と、FMD又はディテクタにより受光されたレーザ光における  
10 パワー比を決定し、決定されたパワー比が所定の基準パワー比と一致するように、  
前記ピックアップから出射されるレーザ光のパワーを調整する記録パワー検出部  
及びシステム制御部とを備えるように構成する。よって、パワー比の調整により、  
全てのドライブ装置において、いかなる温度環境下においても適正なパワー比で  
実際の情報記録やテスト記録を行うことが可能となり、工場出荷時のパワー調整  
15 誤差、温度変化によるLDの微分量子効率の変化などに起因するパワー比の変化  
を防止することができ、最適な記録特性を得ることができる。これは、特に精度  
が要求される高倍速記録時に効力を発揮する。また、パワーの絶対値の調整を行  
うのではなく、パワー比の調整を行うので、特殊な機構や複雑な手法を必要とし  
ない。

20

#### 産業上の利用可能性

本発明は、例えばDVD-R/RW、CD-R/RW、DVD+R/RWなど  
の各種光ディスクに対して用法を記録、再生する装置に利用することが可能であ  
る。



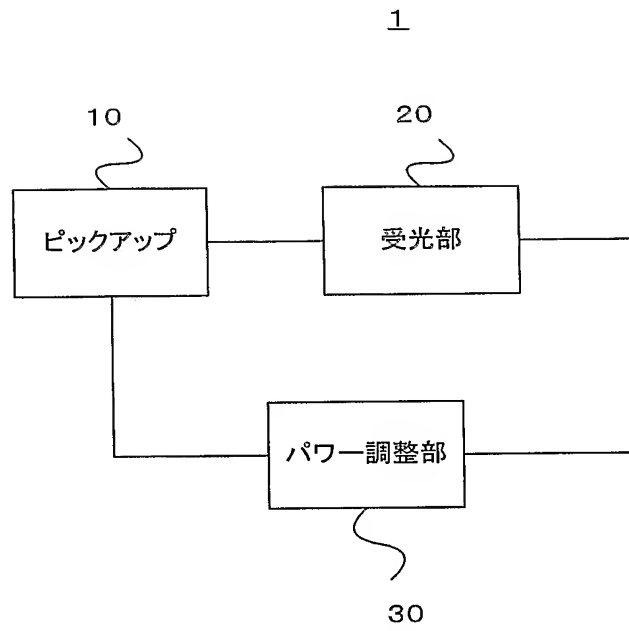
## 請 求 の 範 囲

1. レーザ光を出射するピックアップと、  
前記ピックアップから出射されたレーザ光を受光する受光部と、
- 5 前記受光部により受光された前記レーザ光におけるパワー比を求め、求められたパワー比が所定の基準パワー比と一致するように、前記ピックアップから出射されるレーザ光のパワーを調整するパワー調整を行うパワー調整部と、を備えることを特徴とする情報記録装置。
- 10 2. 前記ピックアップを利用して、情報記録媒体に記録されている前記基準パワー比を読み取る読取部を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。
3. 前記所定の基準パワー比は、前記レーザ光の記録モードにおけるパワー比  
15 であることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の情報記録装置。
4. 前記読取部は前記情報記録媒体に記録されている最適記録パワー値を読み取り、  
前記パワー調整部は、前記最適記録パワー値について前記パワー調整を行うこ  
20 とを特徴とする請求の範囲第3項に記載の情報記録装置。
5. 実際の情報記録に先立ってテスト記録を行う場合には、前記パワー調整部は、前記最適記録パワー値を基準に決定される所定パワー範囲内の少なくとも1つのパワー値において前記パワー調整を行うことを特徴とする請求の範囲第4項  
25 に記載の情報記録装置。
6. 前記パワー調整部は、前記情報記録媒体の情報記録領域以外に前記ピックアップが位置する状態で、前記パワー調整を行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。

7. 前記パワー調整部は、前記情報記録媒体のテスト記録領域に前記ピックアップが位置する状態で、前記パワー調整を行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。
- 5 8. 前記受光部は、前記ピックアップ内のフロントモニタ部であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。
9. 前記受光部は、前記情報記録媒体が配置されるべき面上に配置された光検出器であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。
- 10 10. 前記パワー比は、情報記録のための前記レーザ光の波形に含まれる異なるレベル部分の比であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の情報記録装置。
11. ピックアップから出射されたレーザ光を受光する工程と、
- 15 前記受光部により受光された前記レーザ光におけるパワー比を求める工程と、  
求められたパワー比が所定の基準パワー比と一致するように、前記ピックアップから出射されるレーザ光のパワーを調整するパワー調整を行う工程と、を有することを特徴とする情報記録方法。

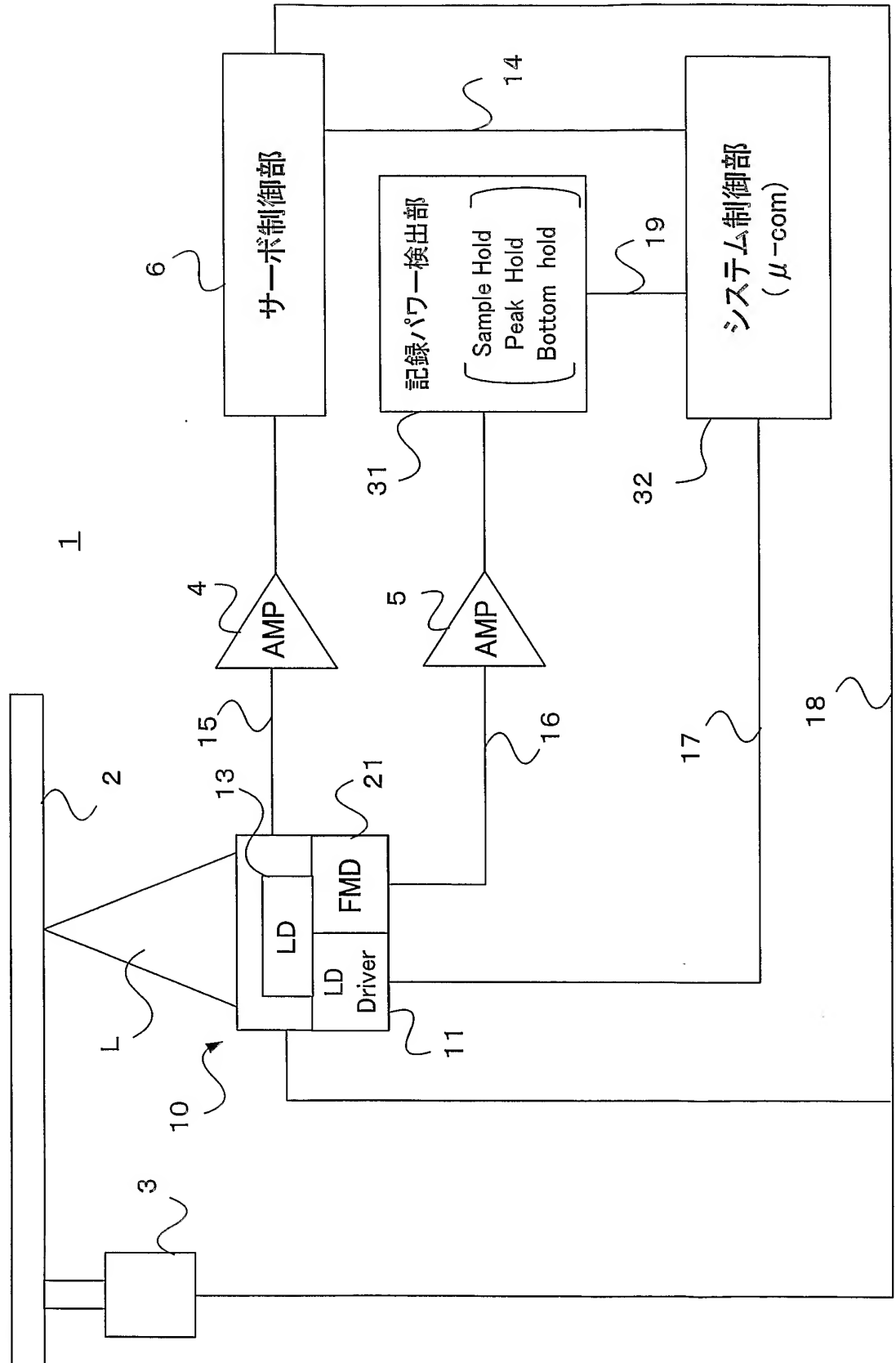
1/11

図 1



2/11

図2



3/11

## 図3

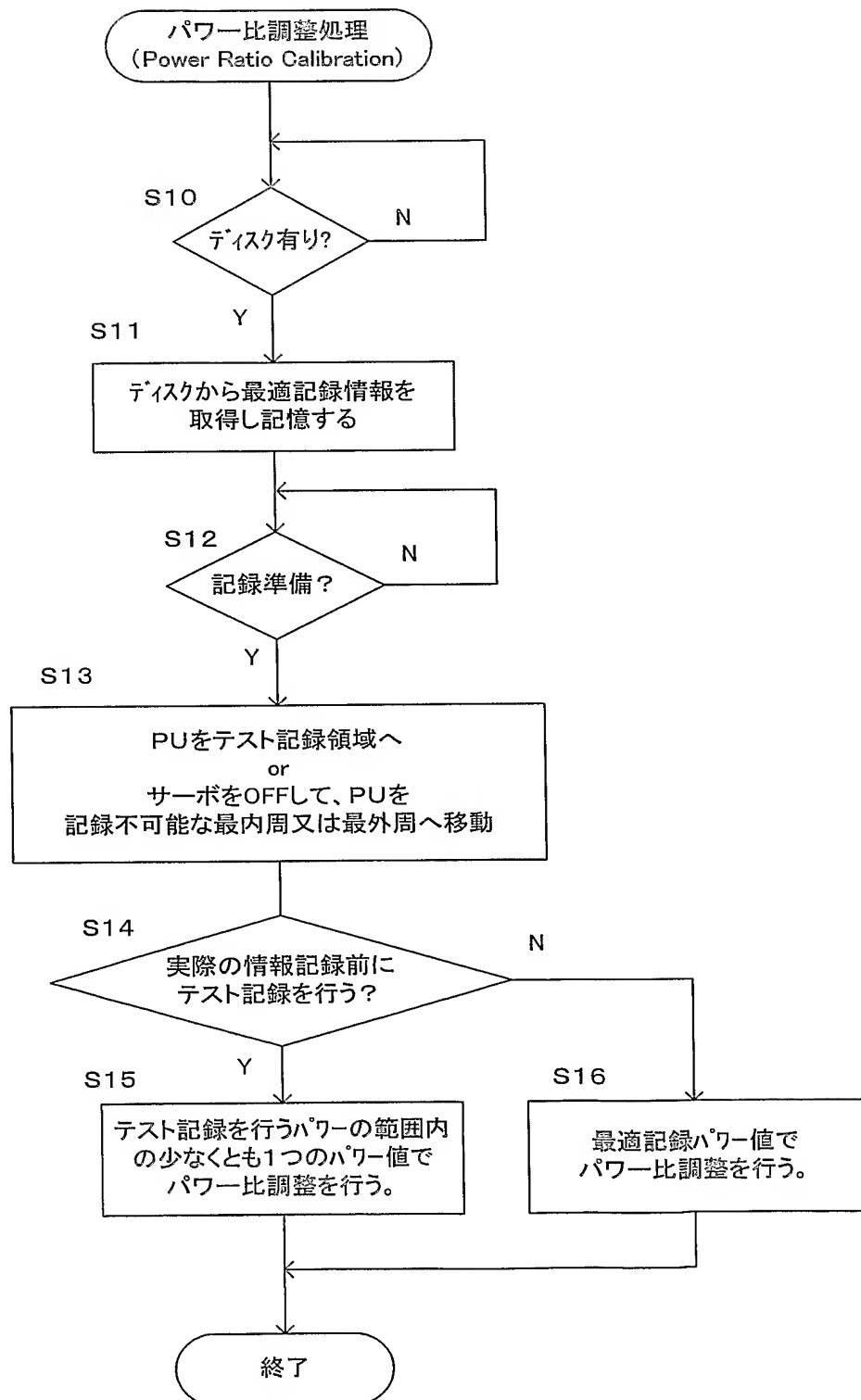


図4

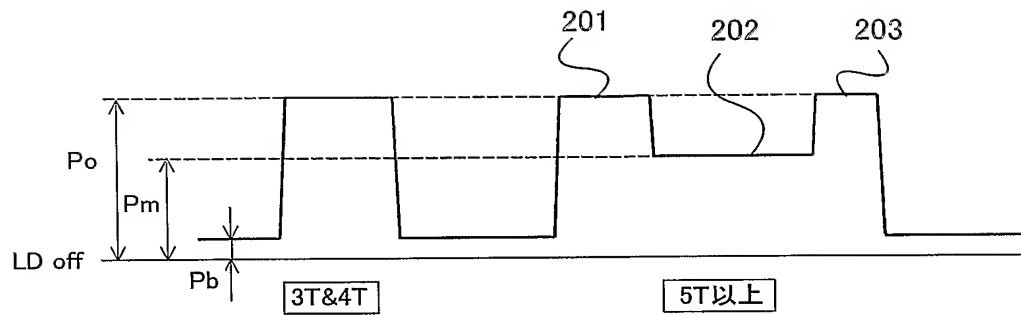
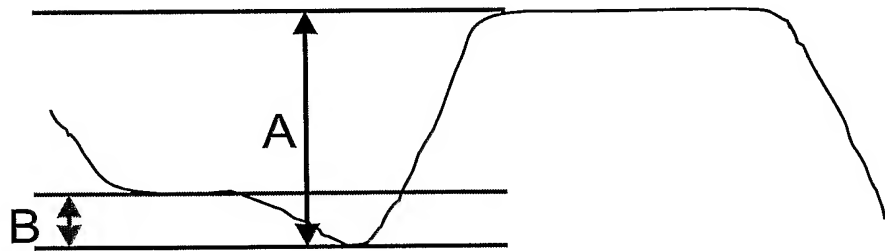


図6



$$\text{歪み率 (Distortion ratio)} = B/A \times 100 (\%)$$

5/11

図5A

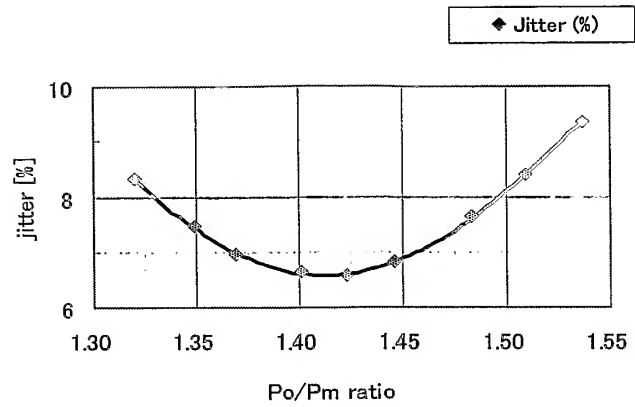


図5B

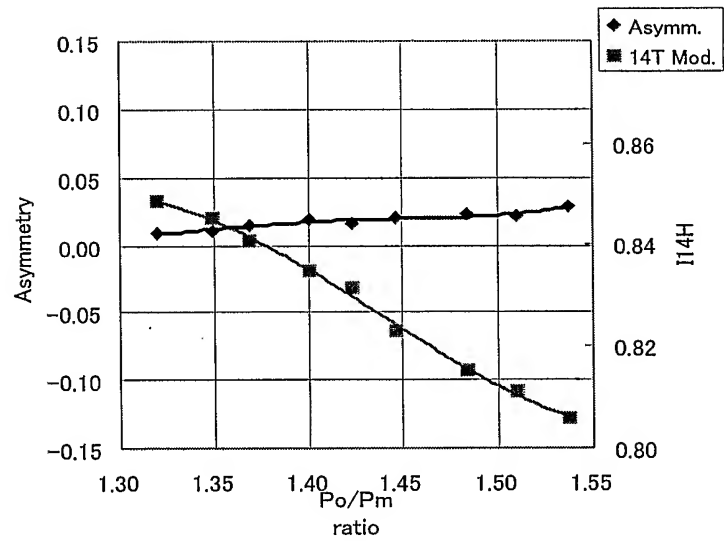


図5C

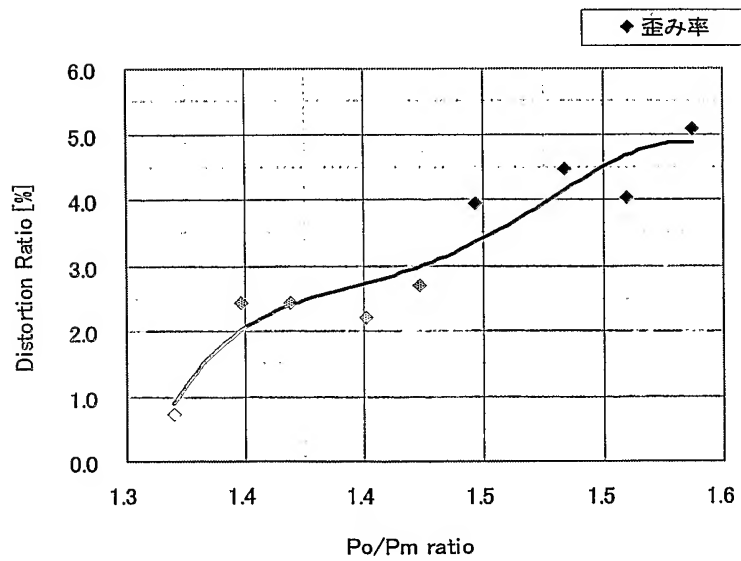


図7A

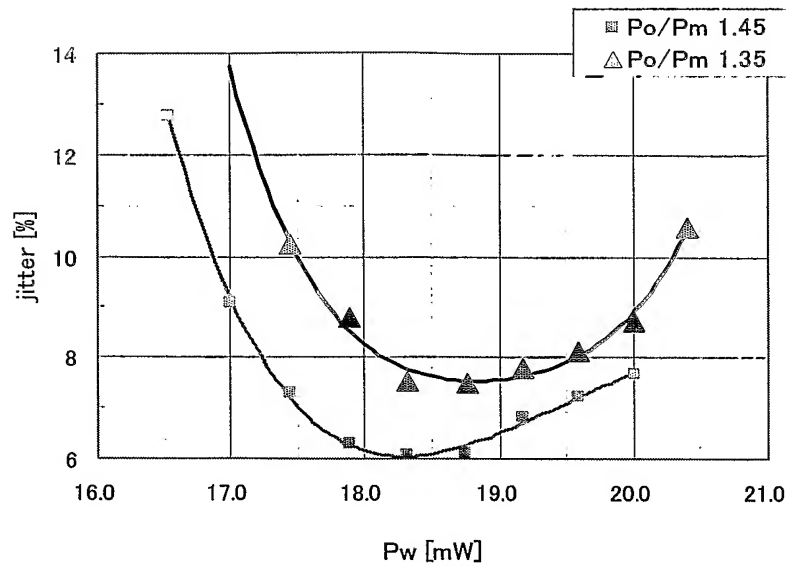


図7B

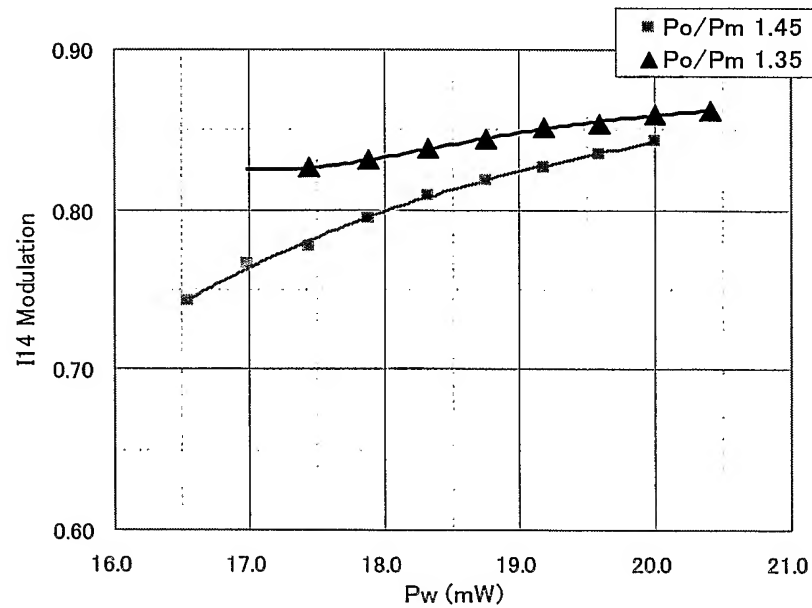




図8

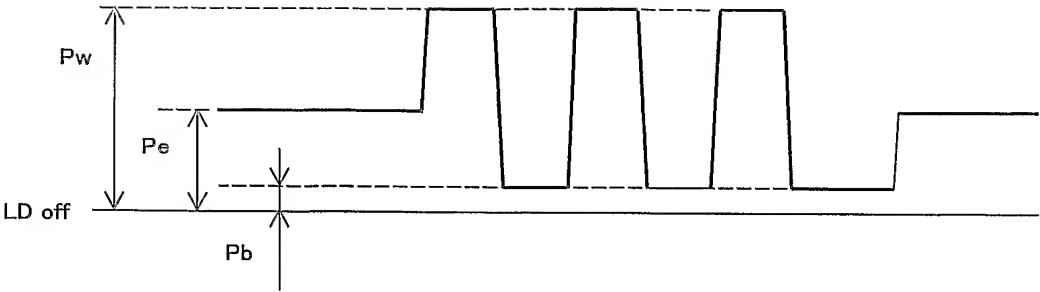
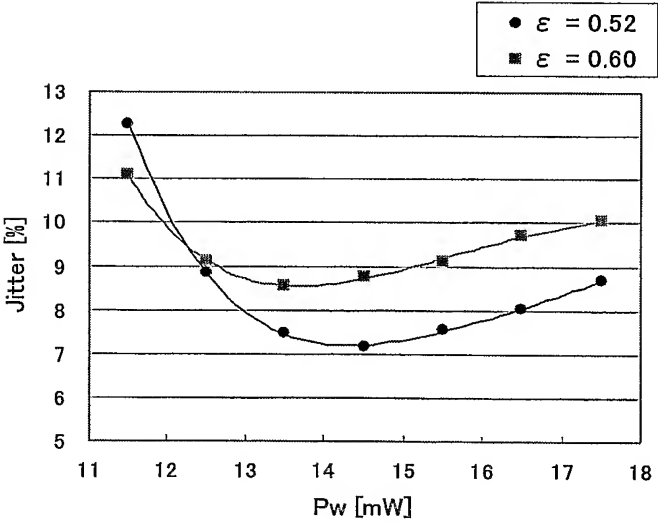


図10



8/11

図9A

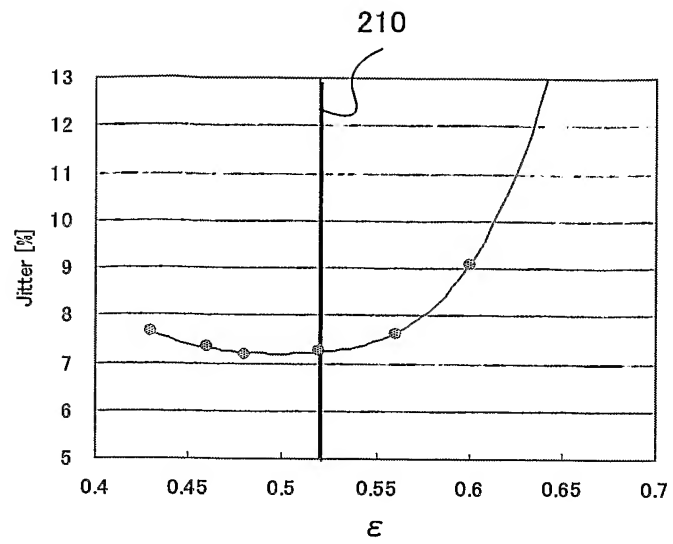


図9B

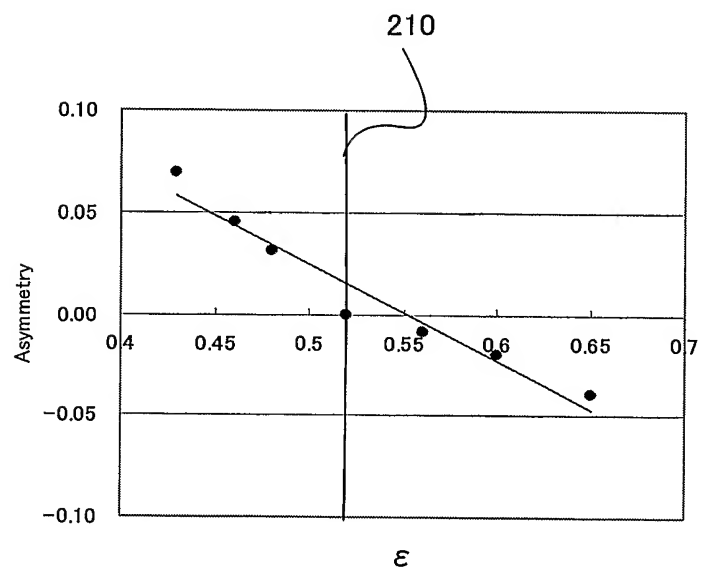
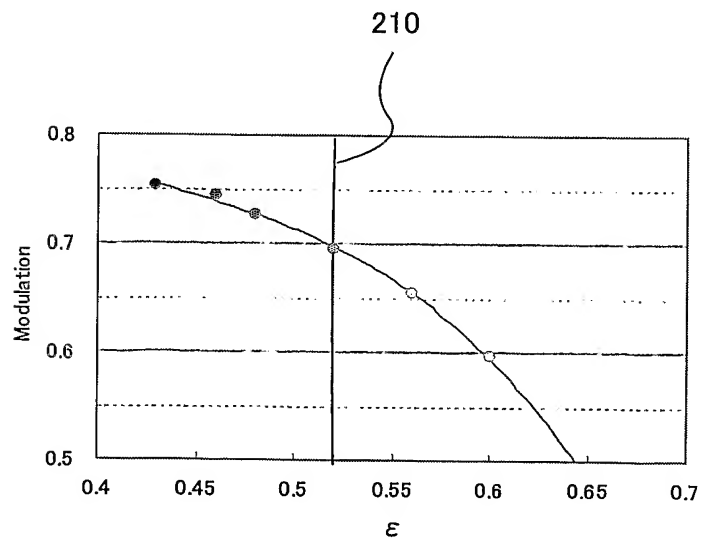


図9C



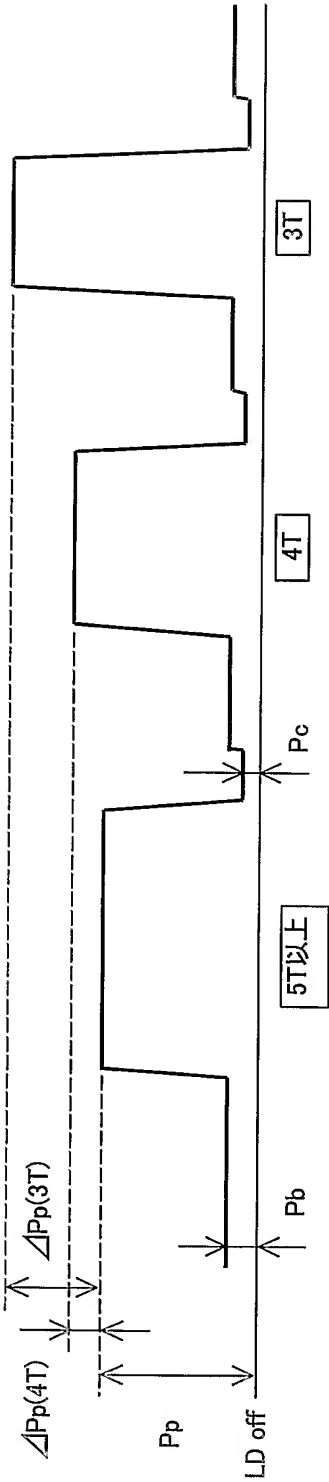


図11

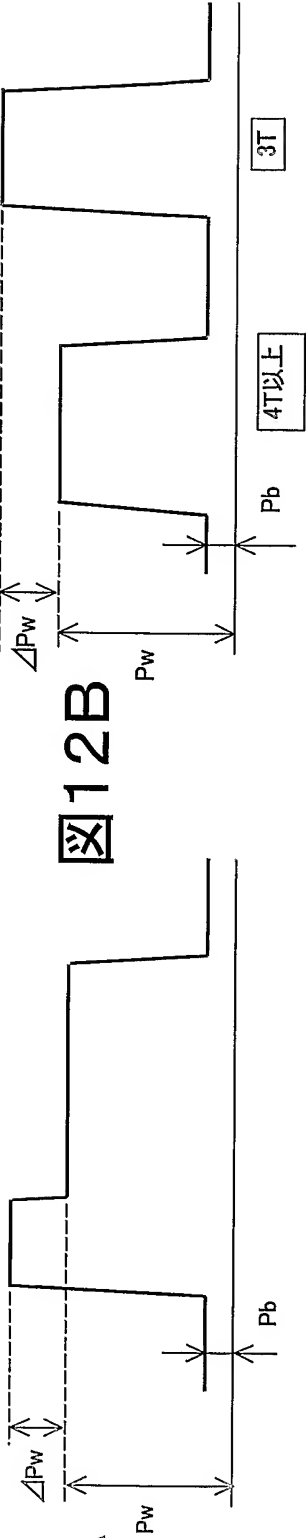


図12A

図12B

10/11

## 図13

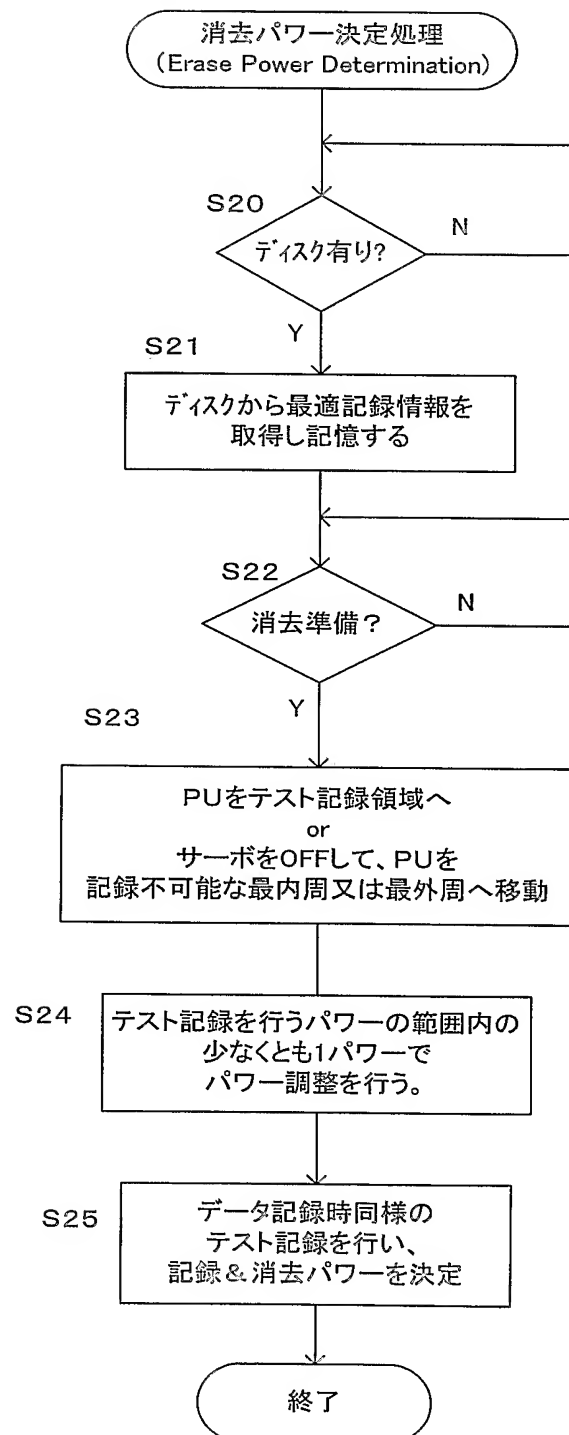
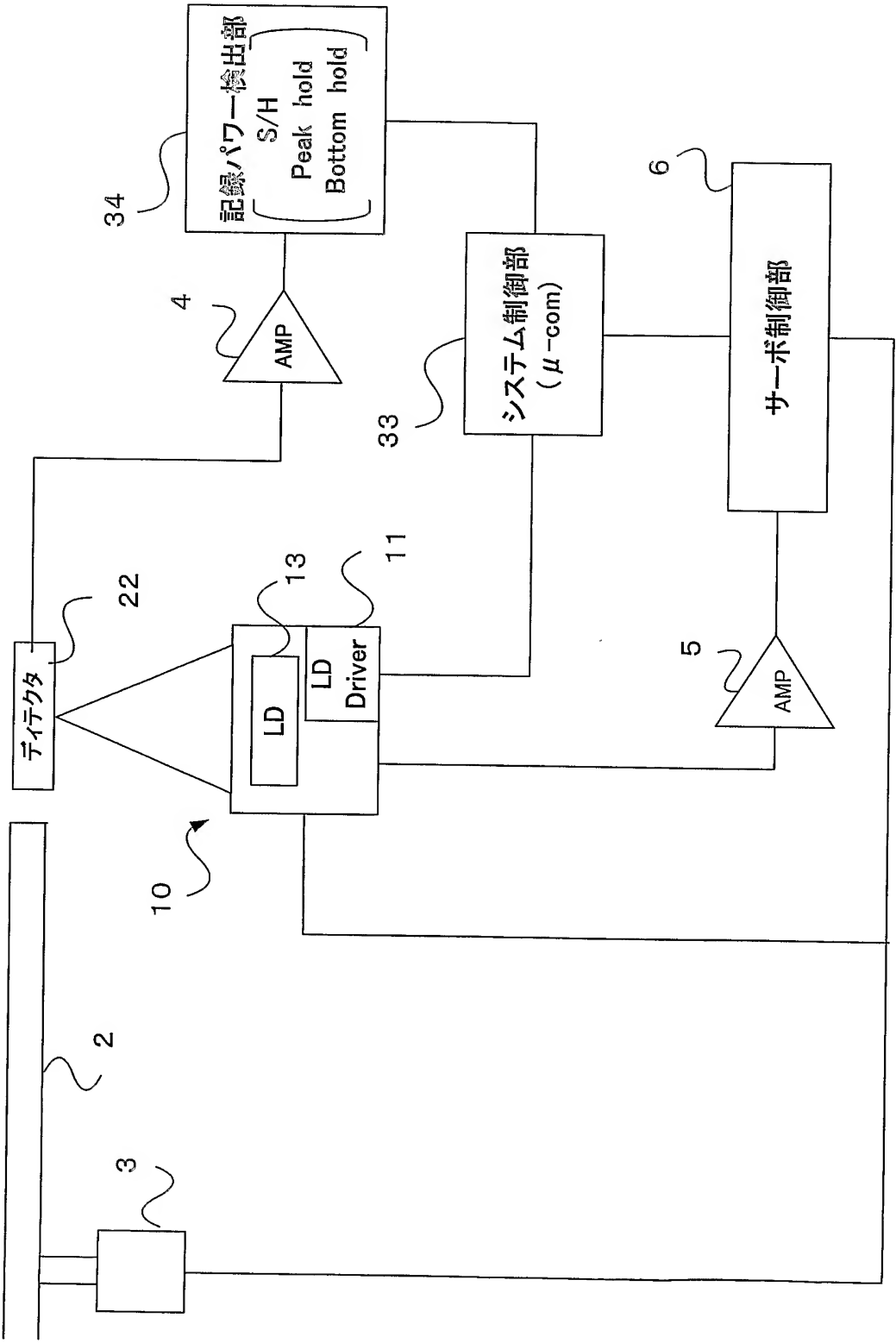


図14



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001639

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B7/0045, G11B7/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B7/0045, G11B7/125

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-293259 A (Fujitsu Ltd.), 11 November, 1997 (11.11.97), Par. Nos. [0067] to [0077]; [0080] to [0089], [0122] to [0128]; Figs. 2, 4, 5, 7, 24, 27 & EP 803866 A2 & EP 1184854 A2 & US 5712055 A & US 6115338 A & CN 1164095 A & CN 1379402 A	1, 6-8, 10-11 2-5, 9
Y	JP 9-16964 A (Pioneer Electronic Corp.), 17 January, 1997 (17.01.97), Par. Nos. [0013] to [0027]; Figs. 1 to 4 & EP 751509 A2 & EP 1150287 A2 & US 5898655 A	2-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April, 2004 (15.04.04)

Date of mailing of the international search report

11 May, 2004 (11.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001639

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-73496 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 March, 1995 (17.03.95), Par. Nos. [0011] to [0013]; Fig. 1 (Family: none)	9
P,X	JP 2003-85753 A (Pioneer Electronic Corp.), 20 March, 2003 (20.03.03), Par. Nos. [0112] to [0127]; Figs. 13 to 16 & WO 03/023769 A1	1, 8, 10-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> G11B7/0045 G11B7/125		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> G11B7/0045 G11B7/125		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2004 日本国実用新案登録公報 1996-2004 日本国登録実用新案公報 1994-2004		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 9-293259 A (富士通株式会社) 1997. 11. 11, 段落0067-0077, 段落0080-0089, 段落0122-0128, 図2, 図4, 図5, 図7,	1, 6-8, 10-11
Y	図24, 図27 & EP 803866 A2 & EP 1184854 A2 & US 5712055 A & US 6115338 A & CN 1164095 A & CN 1379402 A	2-5, 9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15. 04. 2004	国際調査報告の発送日 11. 5. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 岩井 健二	5 D 9465
電話番号 03-3581-1101 内線 3550		



様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)



US007230895B2

(12) **United States Patent**  
Sasaki et al.

(10) **Patent No.:** US 7,230,895 B2  
(45) **Date of Patent:** Jun. 12, 2007

(54) **INFORMATION RECORDING APPARATUS  
AND INFORMATION RECORDING METHOD**

(75) Inventors: **Yoshio Sasaki**, Tokorozawa (JP);  
**Hiroyuki Uchino**, Tokorozawa (JP);  
**Yasuhiko Tominaga**, Tokorozawa (JP);  
**Hidenori Nakagawa**, Tokorozawa (JP)

(73) Assignee: **Pioneer Corporation**, Tokyo (JP)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this  
patent is extended or adjusted under 35  
U.S.C. 154(b) by 100 days.

(21) Appl. No.: **10/545,791**

(22) PCT Filed: **Feb. 16, 2004**

(86) PCT No.: **PCT/JP2004/001639**

§ 371 (c)(1),  
(2), (4) Date: **Aug. 17, 2005**

(87) PCT Pub. No.: **WO2004/077418**

PCT Pub. Date: **Sep. 10, 2004**

(65) **Prior Publication Data**

US 2006/0156322 A1 Jul. 13, 2006

(30) **Foreign Application Priority Data**

Feb. 25, 2003 (JP) ..... 2003-047164

(51) **Int. Cl.**  
**G11B 5/09** (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** ..... **369/47.53; 369/47.5; 369/59.1;**  
369/53.1

(58) **Field of Classification Search** ..... None  
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

#### U.S. PATENT DOCUMENTS

5,640,381 A \* 6/1997 Call et al. .... 369/47.52  
6,950,377 B2 \* 9/2005 Matsuura et al. .... 369/47.5  
7,050,367 B1 \* 5/2006 Negishi et al. .... 369/47.1

#### FOREIGN PATENT DOCUMENTS

JP 7-73496 3/1995  
JP 9-16964 1/1997  
JP 9-293259 11/1997  
JP 2003-85753 3/2003

\* cited by examiner

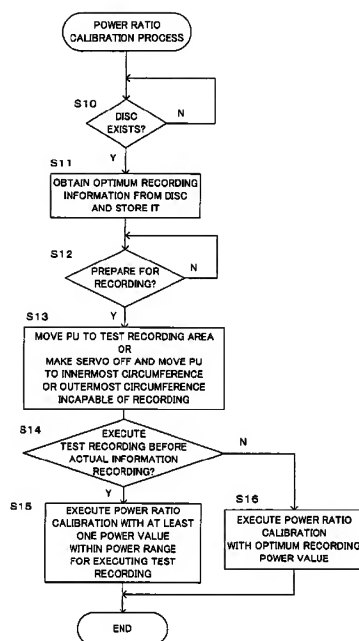
*Primary Examiner*—Muhammad Edun

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Young & Thompson

(57) **ABSTRACT**

A laser beam from a pickup is focused on an information recording medium, such as a DVD-R/RW, to record information. When the power of the laser beam is calibrated, the laser beam emitted from the pickup is received by a light receiving unit such as an FMD. The level of the received laser beam is detected, the power ratio of the laser beam is determined based on the result, and the power of the laser beam is calibrated so that the power ratio matches a predetermined reference power ratio. This method enables information to be recorded with optimum recording characteristic because the reference power ratio shows the power ratio for recording information at the optimum characteristics.

**10 Claims, 11 Drawing Sheets**



# FIG. 1

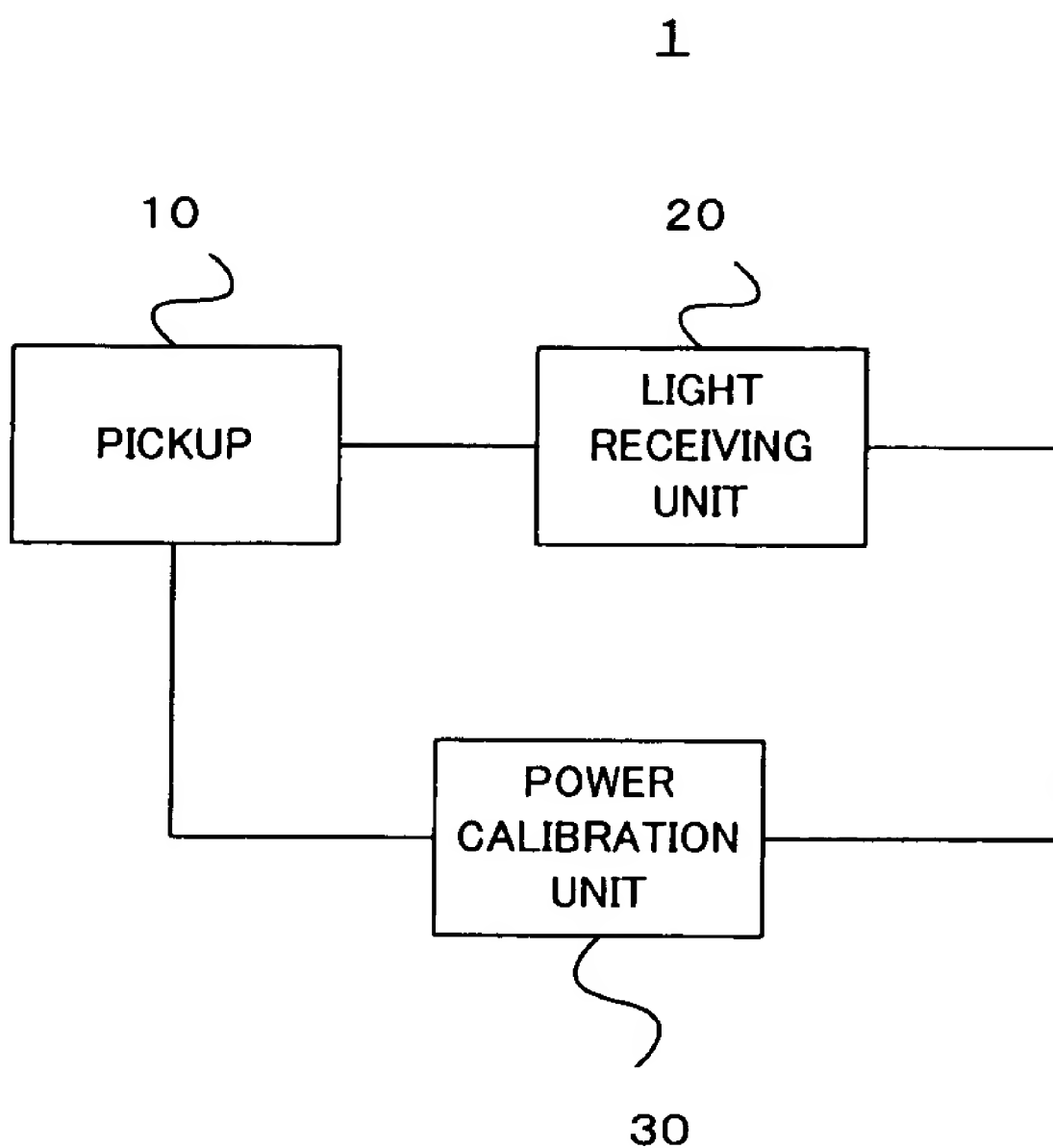


FIG. 2

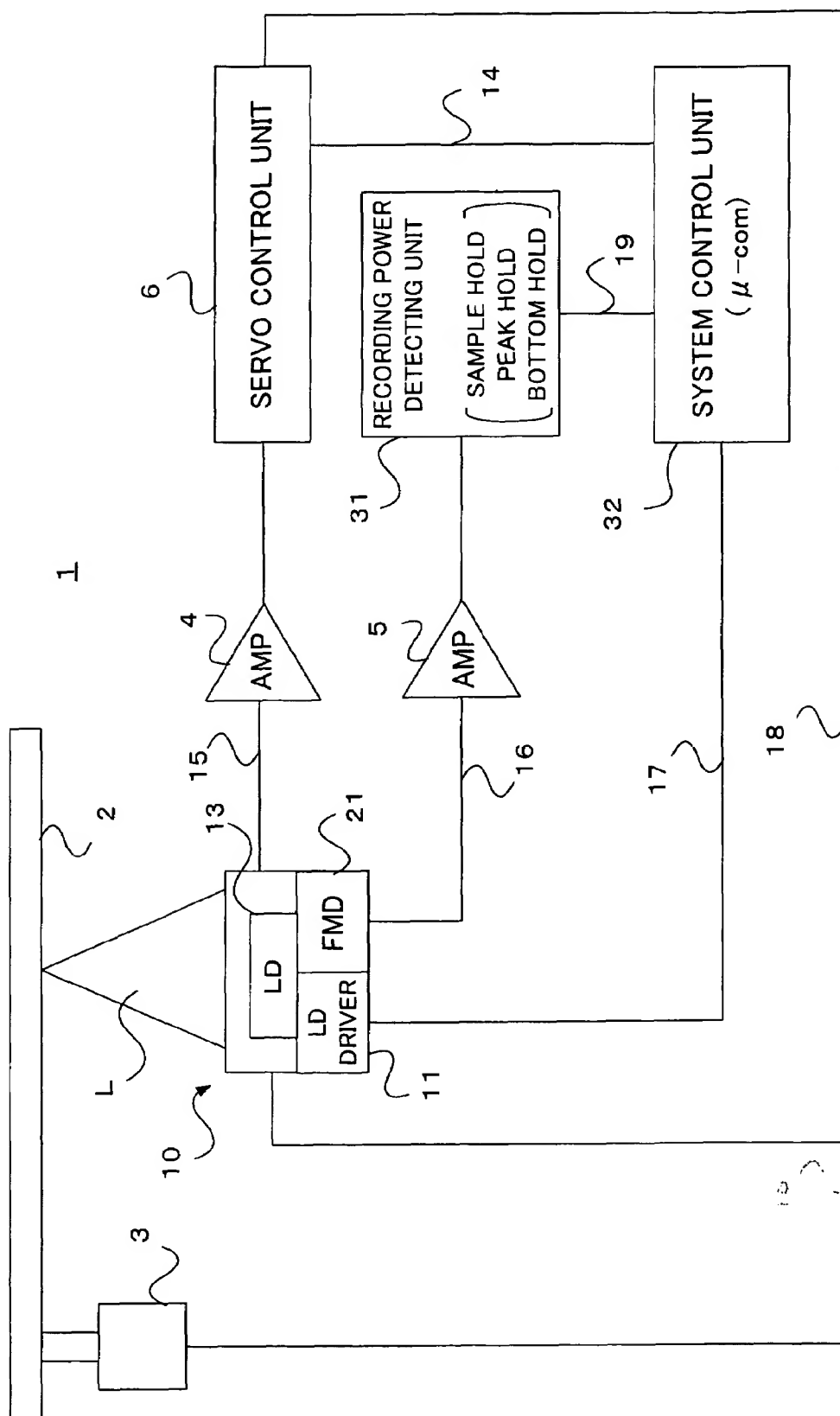


FIG. 3

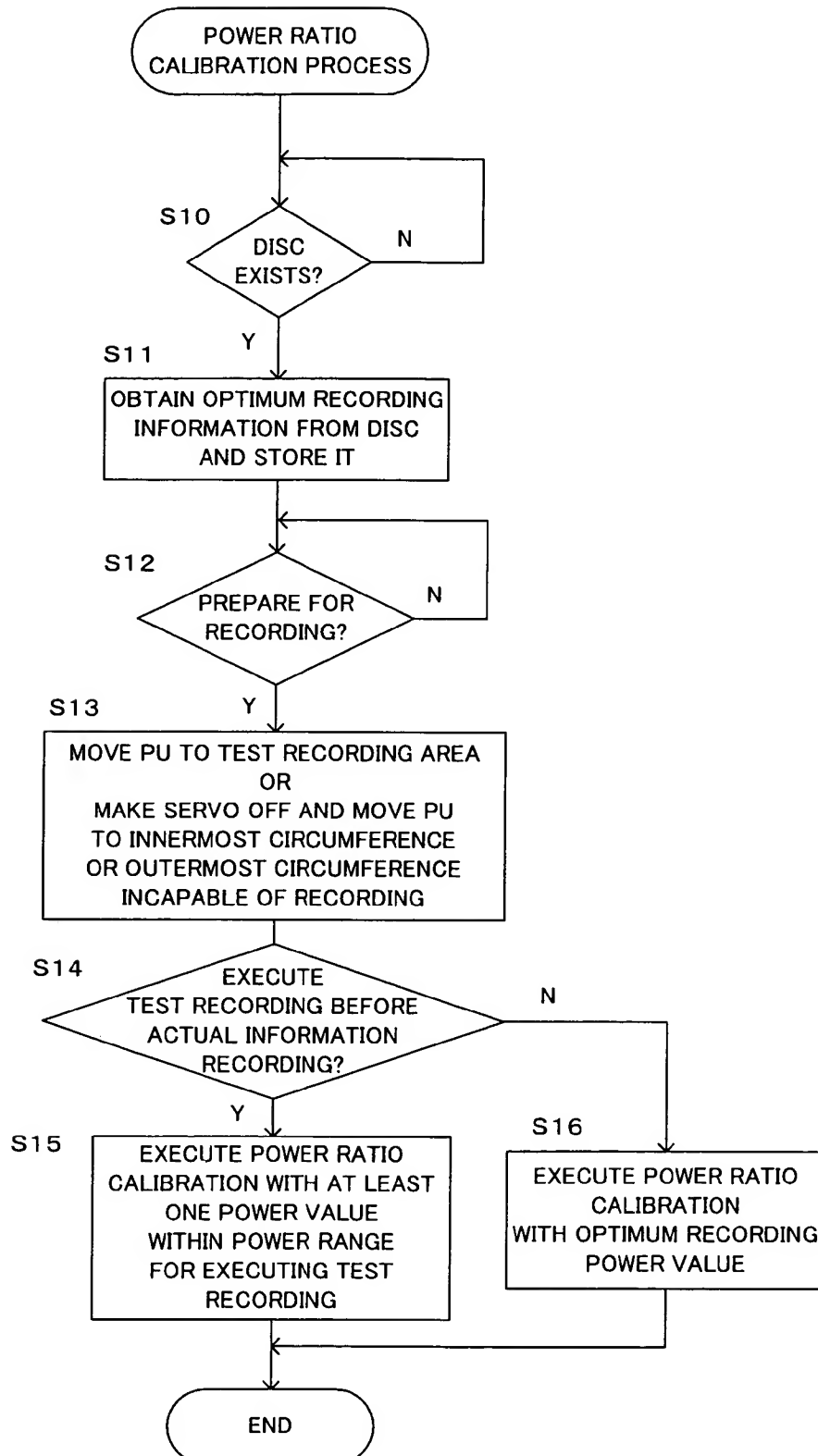


FIG. 4

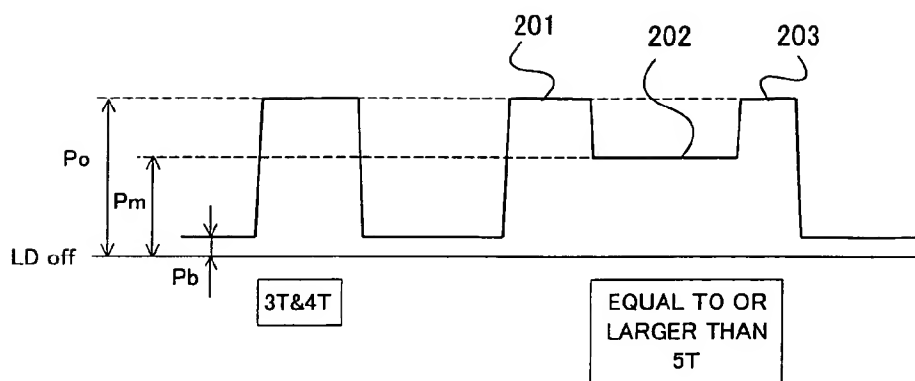
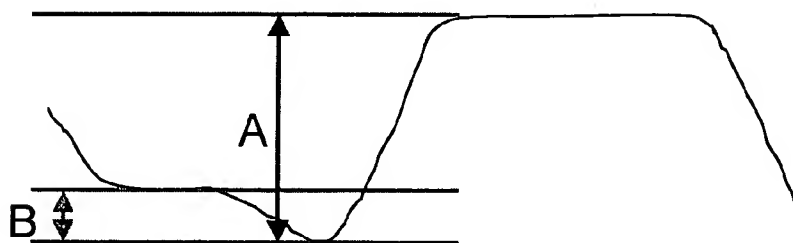


FIG. 6



$$\text{DISTORTION RATIO} = B/A \times 100 (\%)$$

FIG. 5A

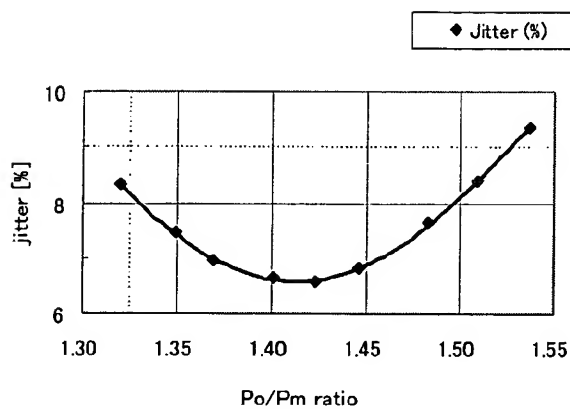


FIG. 5B

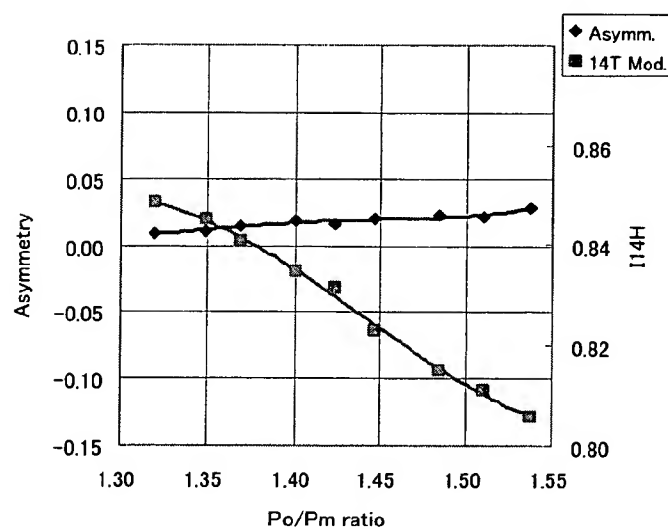


FIG. 5C

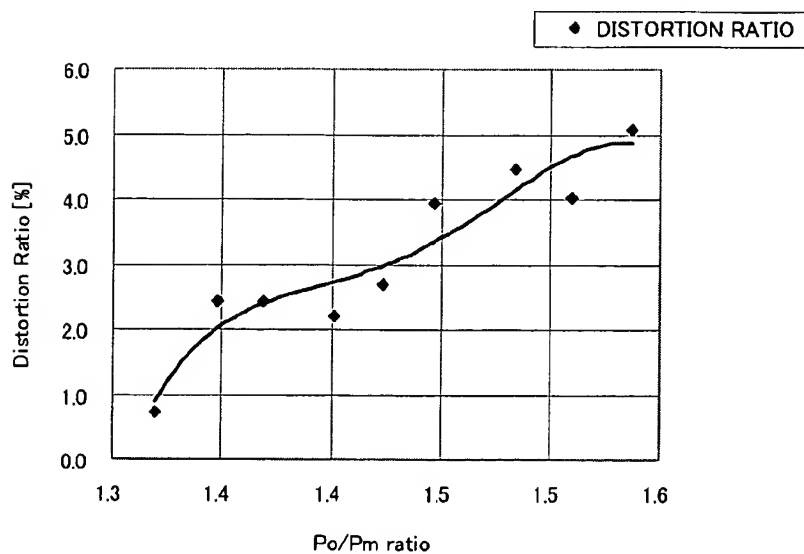


FIG. 7A

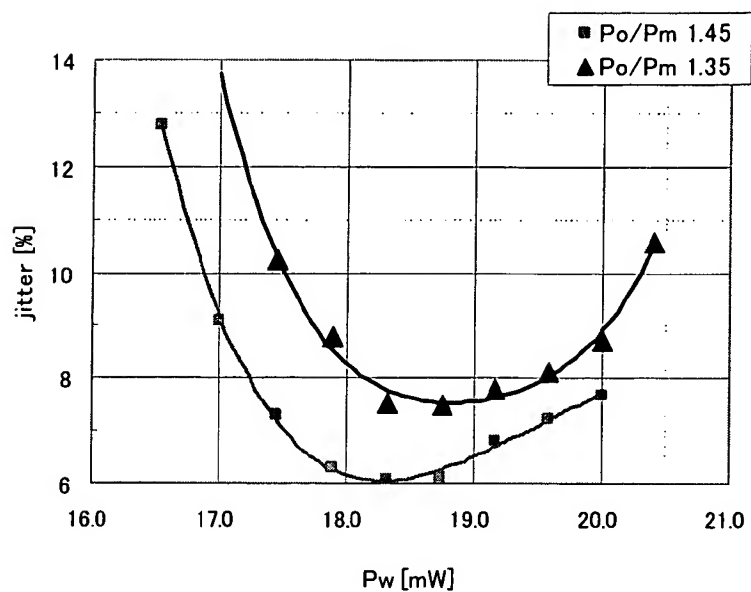


FIG. 7B

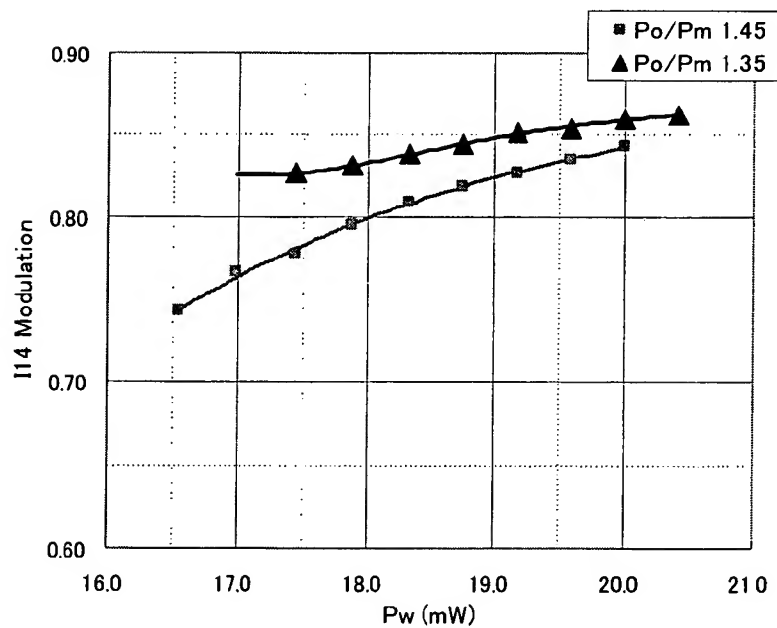




FIG. 8

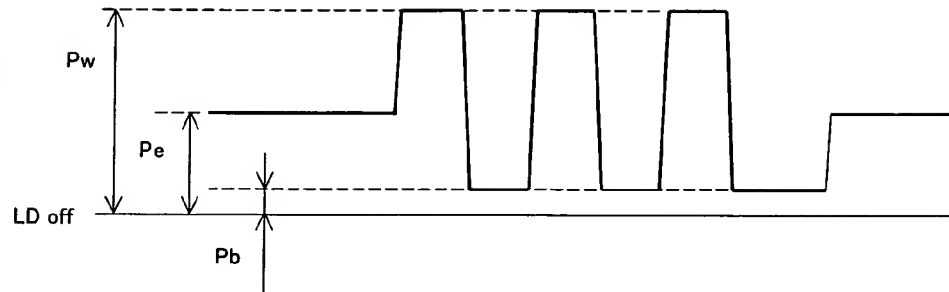


FIG. 10

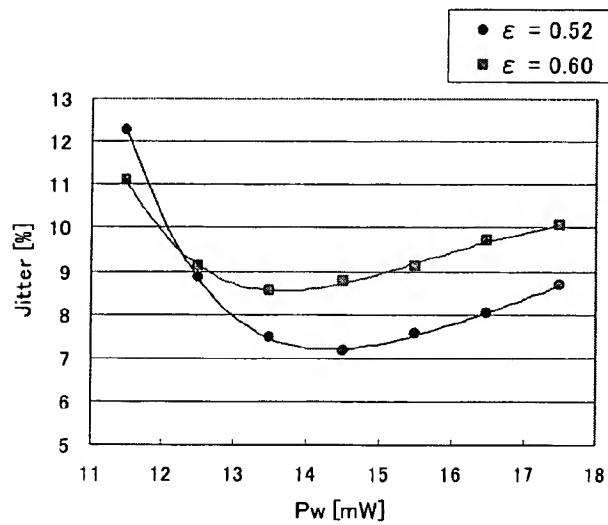


FIG. 9A

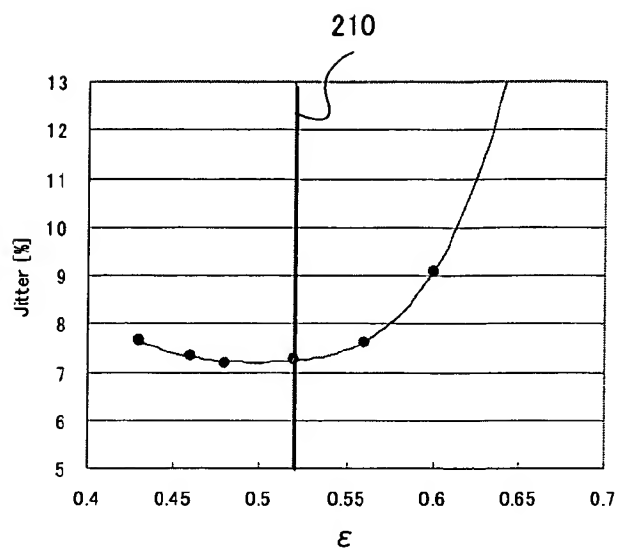


FIG. 9B

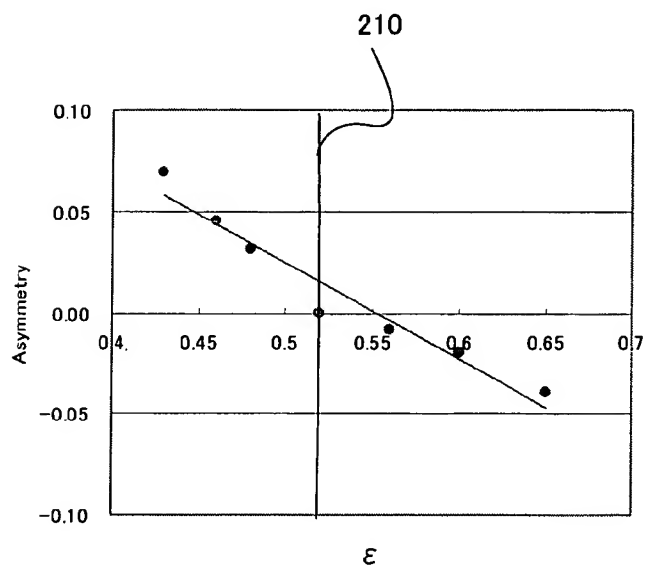
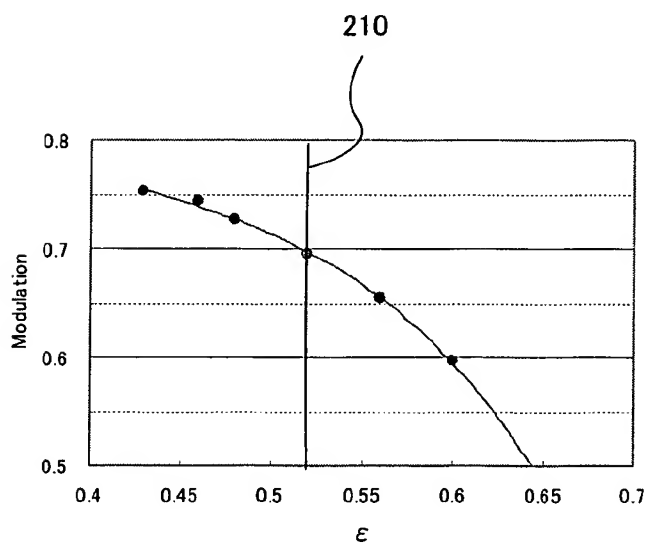


FIG. 9C



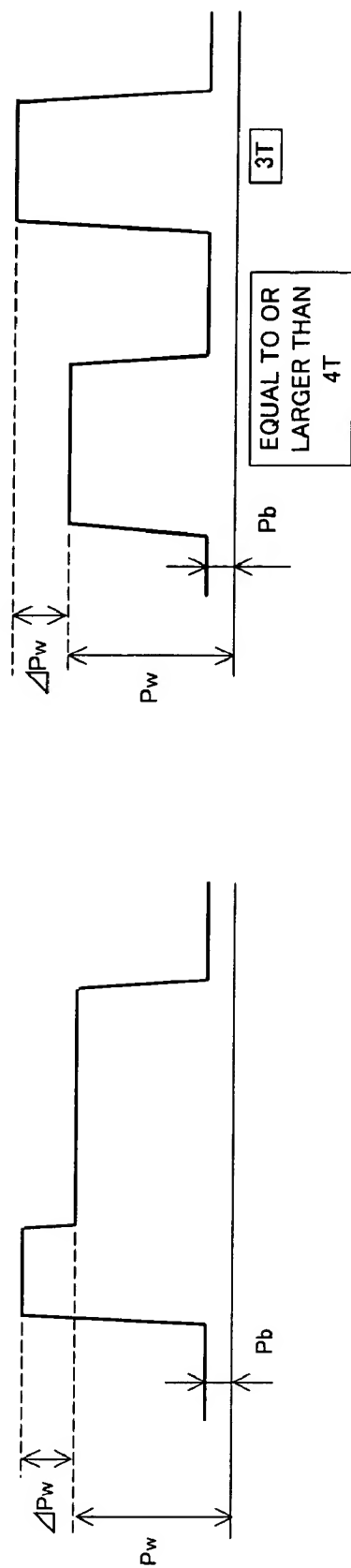
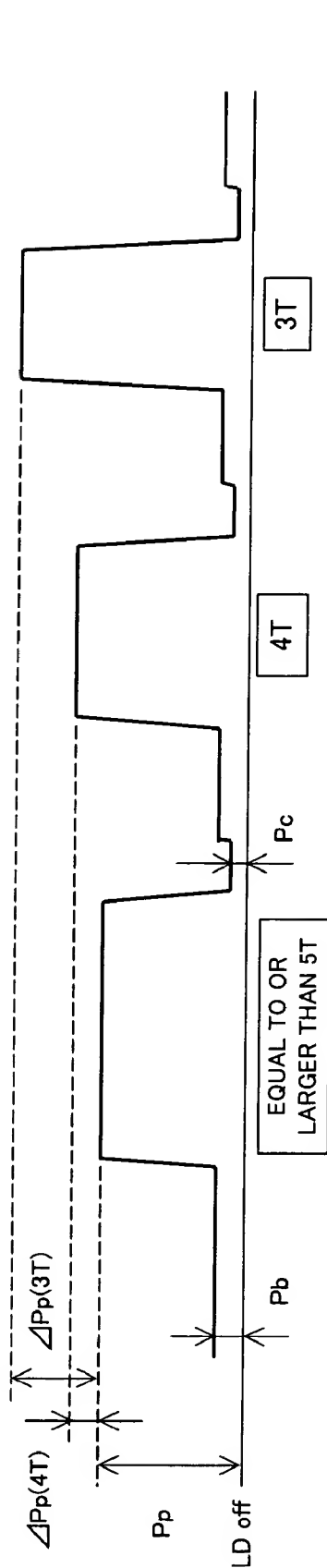


FIG. 12B

FIG. 13

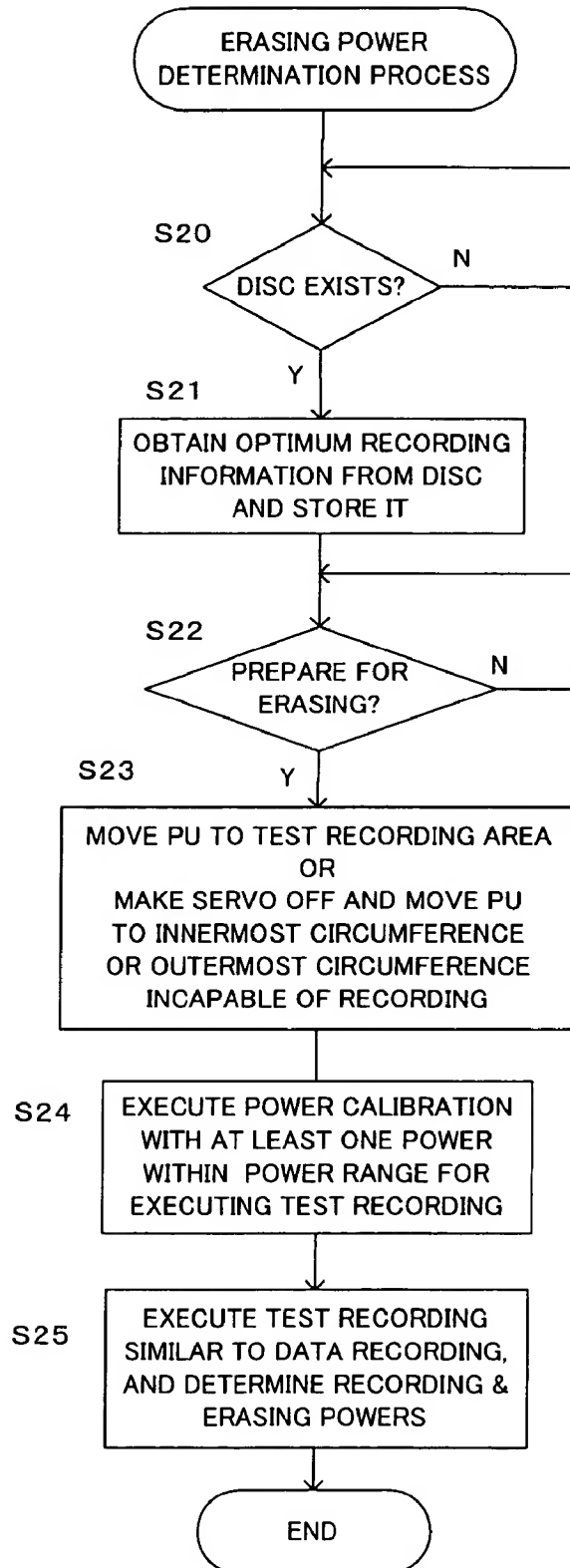
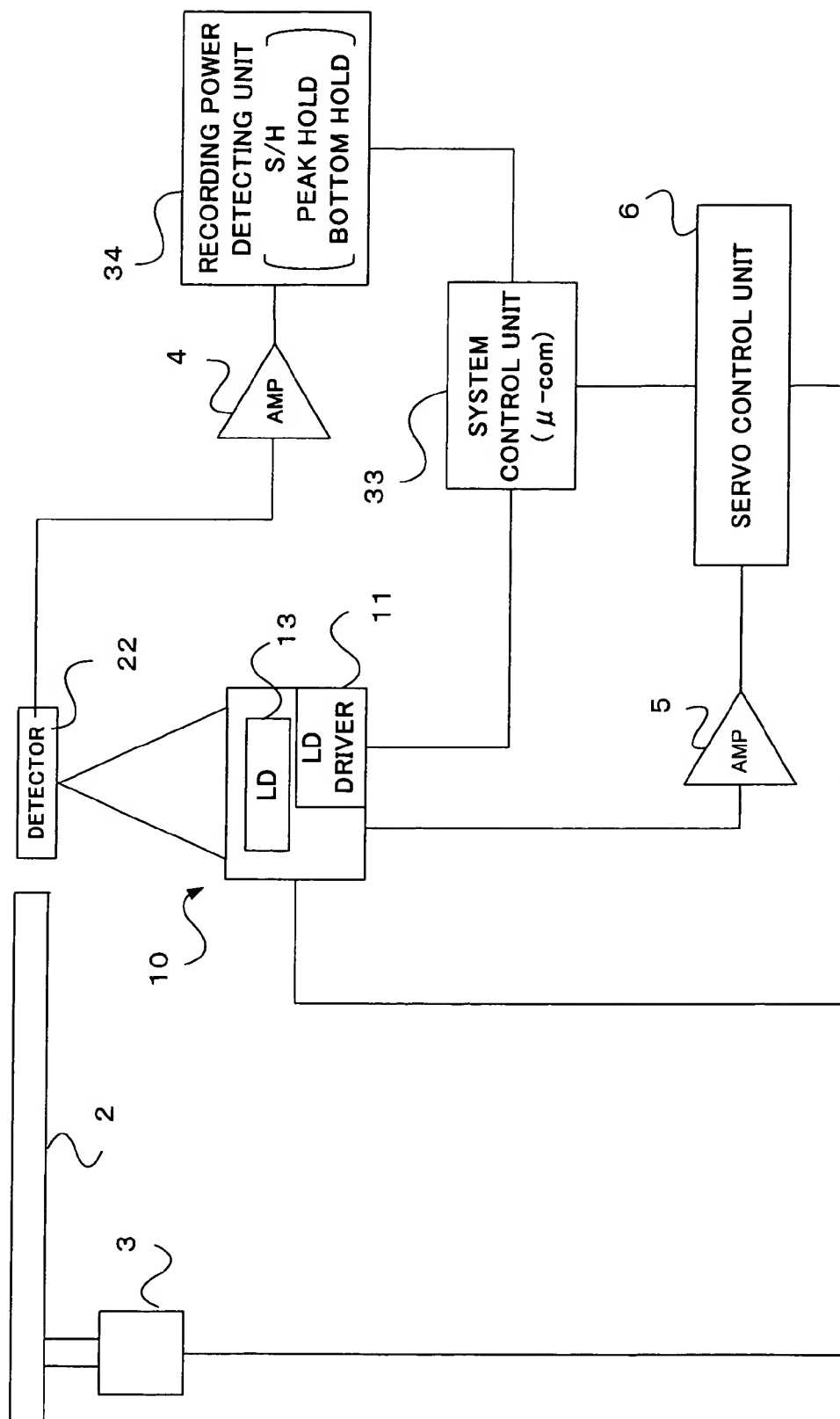


FIG. 14



# INFORMATION RECORDING APPARATUS AND INFORMATION RECORDING METHOD

## TECHNICAL FIELD

The present invention relates to a method of optically recording information onto an information recording medium.

## BACKGROUND TECHNIQUE

As an information recording medium capable of optically recording information, there are known a DVD-R/RW and a CD-R/RW for example, and there exists an information recording apparatus for recording the information onto the information recording medium. Such the information recording apparatus is also called "drive apparatus". At the time of information recording, the drive apparatus irradiates, onto the information recording medium, a recording light such as a laser light with an appropriate recording power, and forms pits correspondent to the recording information onto the recording surface of the information recording medium. Thereby, the drive apparatus records the information. Therefore, for precise information recording, it is necessary that the recording light of an appropriate recording power is maintained.

The drive apparatus is usually shipped after the recording power calibration in the production process. On the contrary, after the shipment, though a correction correspondent to temperature change due to circumstances is executed, the recording power calibration is not particularly performed. The correction correspondent to the temperature change is a process which corrects a current value for driving a laser diode based on the temperature of the circumstances in which the recording drive apparatus is put and a temperature characteristic of the laser diode loaded on the drive apparatus.

On the disc such as the CD-R/RW, the DVD-R/RW and a DVD+R/RW, information (hereinafter referred to as "optimum recording information"), such as an optimum recording power value and a recording power ratio for performing the precise recording onto the recording medium, is pre-recorded. It is noted that the recording power ratio is a ratio of plural levels in a laser driving waveform (also referred to as "strategy") at the time of recording the information. Therefore, based on the optimum recording information recorded on the disc, the drive apparatus performs test recording for determining a preferable recording condition and actual information recording. Namely, the drive apparatus performs the recording by driving the laser diode so that the recording power meets the optimum recording power value and recording power ratio recorded on the disc.

However, even if the recording is performed on the basis of the optimum recording information recorded on the disc, the recording laser light actually outputted from the pickup is not always the optimum recording power ratio due to an error of the power calibration performed at the time of the shipment and the temperature change in the circumstances in which the drive apparatus is used. In the case, the best recording condition cannot be obtained in the test recording, and the best recording characteristic cannot be obtained in the actual information recording. This is particularly remarkable at the time of so-called high-speed recording at double, 4-times or higher speed.

## DISCLOSURE OF INVENTION

The present invention has been achieved in order to solve the above problems. It is an object of this invention to make it possible to calibrate a recording power so that the recording power meets an optimum recording power ratio without receiving effects due to a power calibration error in a production process and temperature change caused by the circumstances.

According to one aspect of the present invention, there is provided an information recording apparatus including: a pickup which emits a laser light; a light receiving unit which receives the laser light emitted from the pickup; and a power calibration unit which calculates a power ratio in the laser light received by the light receiving unit and performs power calibration for calibrating a power of the laser light emitted from the pickup so that the calculated power ratio becomes identical to a predetermined reference power ratio.

According to another aspect of the present invention, there is provided an information recording method including: a process which receives a laser light emitted from a pickup; a process which calculates a power ratio in the laser light received by the light receiving unit; and a process which performs power calibration for calibrating a power of a laser light emitted from the pickup so that the calculated power ratio becomes identical to a predetermined reference power ratio.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a functional block diagram showing a configuration of an information recording apparatus according to an embodiment of the present invention;

FIG. 2 shows a configuration of the information recording apparatus according to the embodiment of the present invention;

FIG. 3 is a flow chart showing an example of a power ratio calibration process;

FIG. 4 shows a laser driving waveform at the time of 4-times speed recording of a DVD-R;

FIGS. 5A to 5C show examples of a margin characteristic of a recording power ratio  $P_o/P_m$  at the time of the 4-times speed recording of the DVD-R;

FIG. 6 is a diagram showing a definition of a distortion ratio shown in FIG. 5C;

FIGS. 7A and 7B show examples of a power margin characteristic in a case that the recording power ratio is close to an optimum recording power ratio and in a case that the recording power ratio is not close to the optimum recording power ratio, at the time of the 4-times speed recording of the DVD-R;

FIG. 8 shows a laser driving waveform at the time of recording on a DVD-RW;

FIGS. 9A to 9C show examples of a margin characteristic of a recording power ratio at the time of double speed recording of the DVD-RW;

FIG. 10 shows an example of the power margin characteristic in a case that the recording power ratio is identical to the optimum recording power ratio and in a case that the recording power ratio is not identical to the optimum recording power ratio at the time of the double speed recording of the DVD-RW;

FIG. 11 shows an example of the laser driving waveform at the time of the 4-times speed recording of a DVD+R;

3

FIG. 12A shows the laser driving waveform at the time of the recording of a CD-R, and FIG. 12B shows the laser driving waveform at the time of the recording of a Multi-speed CD-R;

FIG. 13 shows a flow chart of an erasing power determination process according to a modification; and

FIG. 14 is a configuration block diagram of a modification of the information recording apparatus.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The preferred embodiments of the present invention will now be described below with reference to the attached drawings. FIG. 1 is a functional block showing a configuration of the information recording apparatus according to the embodiment of the present invention. In FIG. 1, an information recording and reproduction apparatus 1 of this embodiment includes a pickup 10 irradiating a recording light onto the information recording medium such as an optical disc, a light receiving unit 20 receiving the recording light emitted from the pickup 10 and a power calibration unit 30 detecting a power of the recording light received by the light receiving unit 20 and calibrating the power of the recording light emitted from the pickup 10 to be the optimum power ratio.

The above-mentioned information recording apparatus thus constructed irradiates, onto the information recording medium such as a DVD-R/RW, a DVD+R/RW and a CD-R/RW, the laser light from the pickup 10 to record the information. In addition, at the time of power calibration of the laser light, the laser light emitted from the pickup 10 is received by the light receiving unit 20. The level of the received laser light is detected, and based on the level, the power ratio of the laser light is determined. The power of the laser light is calibrated so that the power ratio of the laser light becomes identical to the predetermined reference power ratio. The reference power ratio indicates the power ratio capable of recording the information onto the information recording medium with the optimum recording characteristic. Thereby, it becomes possible that the information is recorded with the optimum recording characteristic.

The reference power ratio may be prerecorded onto the information recording medium. In the case, the information recording apparatus may include a reading unit which reads the reference power ratio recorded on the information recording medium by using the pickup 10. In addition, the reference power ratio may be a power ratio in a recording mode of the laser light.

The reading unit can read the optimum recording power value recorded on the information recording medium, and the power calibration unit 30 can perform the power calibration based on the optimum recording power value.

In addition, when test recording is performed before the actual information recording, the power calibration unit 30 can perform the power calibration for at least one power value within a predetermined power range determined based on the optimum recording power value.

Additionally, the power calibration unit 30 preferably performs the power calibration in a state that the pickup 10 is positioned in an area other than an information recording area of the information recording medium or in a state that the pickup 10 is positioned in a test recording area of the information recording medium. Thereby, it can be prevented that the recording is performed in error in the original information recording area of the information recording medium during the power calibration.

4

The above-mentioned light receiving unit 20 may be a front monitor unit in the pickup 10. In the case, by using the internal configuration of the pickup 10, the power of the laser light can be easily detected. In addition, the light receiving unit 20 may be a light detector disposed on the surface on which the information recording medium is disposed. In the case, the light receiving unit 20 can detect the same laser light power as the power irradiated onto the disc by the light receiving unit 20.

In addition, the power ratio may be a ratio of different level portions included in the laser driving waveform for the information recording. For example, the recording power ratio may be the ratio of the level of a top pulse portion to the level of an intermediate pulse portion in the laser driving waveform at the time of the information recording of the DVD-R. Similarly, as for the DVD-RW, the DVD+R, and the DVD+RW, the power ratio may be the ratio of the different level portions in the laser driving waveform at the time of the information recording.

(Embodiment)

Next, the description will be given of preferred embodiments of the present invention with reference to drawings.

[Configuration of Information Recording Apparatus]

FIG. 2 shows a configuration of the information recording apparatus according to a first embodiment of the present invention. In FIG. 2, the information recording apparatus 1 records the information onto an optical disc 2 such as the CD-R/RW, the DVD-R/RW and the DVD+R/RW, and includes a spindle motor 3, the pickup 10, amplifiers 4 and 5, a servo control unit 6, a recording power detecting unit 31 and a system control unit 32.

The spindle motor 3 rotates the optical disc 2 at the predetermined speed based on the control signal supplied from the servo control unit 6. The pickup 10 includes an LD (Laser Diode) 13 serving as a light source of the recording light, an LD driver 11 driving the LD, a front monitor diode (FMD) 21 functioning as the light receiving unit and an optical system (not shown). The LD driver 11 supplies a driving current to the LD 13 based on an LD control signal 17 supplied from the system control unit 32, and makes the LD 13 emit a laser light L for recording and erasing the information via the optical system.

In addition, the pickup 10 receives the laser light reflected on the optical disc 2 by the light detector (not shown), and generates a light detecting signal 15 being the electrical signal correspondent to the light amount to output it to the amplifier 4. On the contrary, the FMD 21 receives the laser light emitted from the LD 13, and generates a laser power detecting signal 16 correspondent to the light amount to output it to the amplifier 5.

As the need arises, the amplifier 4 amplifies or attenuates the light detecting signal 15 to supply it to the servo control unit 6. Based on the light detecting signal 15, the servo control unit 6 executes various servo control, such as the tracking servo, the focus servo and the spindle servo. Concretely; the servo control unit 6 is controlled by the control signal 14 from the system control unit 32. The servo control unit detects various kinds of servo errors based on the light detecting signal 15, and generates a servo control signal 18 to supply it to the pickup 10 and the spindle motor 3, thereby to execute various kinds of servo controls.

The amplifier 5 amplifies the laser power detecting signal 16 outputted from the FMD 21 to supply it to the recording power detecting unit 31. The recording power detecting unit 31 includes a sample hold circuit, a peak hold circuit or a bottom hold circuit and the like, for example. The recording

5

power detecting unit 31 detects the laser power at a predetermined timing from the laser power detecting signal 16 to supply it to the system control unit 32 as a detected laser power value 19.

The system control unit 32 is constructed by a micro computer and the like. Based on optimum recording information recorded on the optical disc 2 subjected to recording and the detected laser power value 19, the system control unit 32 generates the LD control signal 17 to supply it to the LD driver 11. Thereby, the power of the laser light emitted from the LD 13 is optimized.

#### [Power Ratio Calibration Process]

Next, the description will be given of the control executed in the system control unit 32 in detail. The system control unit 32 performs power ratio calibration. The optimum recording information is recorded on the optical disc 2 such as the DVD-R/RW so that the recording onto the optical disc 2 can be performed in the optimum condition. The optimum recording information is information defining the recording power necessary for performing the recording onto the optical disc 2 with the optimum recording characteristic. The detail explanation will be given later. However, in the case of the DVD-R, as shown in FIG. 4, the recording data equal to or larger than 5 T is recorded by driving the LD by the substantially recessed-shape laser driving waveform (strategy). In this case, the laser driving waveform is prescribed by a level Po of a top pulse portion 201 and a level Pm of an intermediate pulse portion 202. On the disc of the DVD-R, the optimum recording power value (in this example, the value of the level Po of the top pulse portion 201, e.g., 12 mW) and the optimum recording power ratio  $Pr(=Po/Pm)$  are recorded as the optimum recording information. Namely, information that "if the laser driving waveform is generated in order to make the level Po of the top pulse portion meet 12 mW and the recording power ratio  $Pr=Po/Pm$  and the recording is performed, the recording can be performed with the optimum recording characteristic" is recorded on the DVD-R.

Based on the optimum recording information, first, the system control unit 32 generates the laser driving waveform, and actually drives the LD 13 to emit the laser light. The emitted laser light is received by the FMD 21. The laser power is detected by the recording power detecting unit 32 to be supplied to the system control unit 32 as the detected laser power value 19. The system control unit 32 calculates the recording power ratio  $Pr=Po/Pm$  based on the detected laser power values of the top pulse portion 201 and the intermediate pulse portion 202 in the laser driving waveform shown in FIG. 4. Then, the system control unit 32 generates the LD control signal 17 and controls the LD driver 11 so that the calculated recording power ratio becomes equal to the optimum recording power ratio read from the optical disc 2. In such the method, the feedback control is executed so that the laser power actually emitted from the LD 13 becomes the optimum recording power ratio recorded on the optical disc 2. This is a power ratio calibration process according to the present invention.

Here, the DVD-R is cited as an example of the optical disc 2, and it is described that the optimum recording information includes the optimum recording power value—the level Po of the top pulse portion and the optimum recording power ratio  $Pr(=Po/Pm)$ . However, the optimum recording information used in the power ratio calibration process is naturally different dependently on the kinds of discs. This will be described later.

6

Next, the description will be given of an example of the power ratio calibration process. FIG. 3 is a flow chart showing one example of the power ratio calibration process. This process is realized by making the system control unit 32 shown in FIG. 2 execute the program prepared in advance.

First, the system control unit 32 detects whether or not the optical disc 2 is set in the information recording apparatus 1 (step S10). When detecting the optical disc 2 being set, the system control unit 32 obtains the optimum recording information from the optical disc 2, and temporarily stores it therein (step S11). The optimum recording information includes the optimum recording power value and the optimum recording power ratio for example, as described above.

Next, the system control unit 32 determines whether or not the recording preparation is completed (step S12). This can be determined based on a state that each component of the information recording apparatus 1 including the pickup 10 can perform a recording operation and a state that a user inputs a recording instruction to the information recording apparatus 1, for example.

Next, the system control unit 32 positions the pickup 10 in the test recording (test writing) area with the servo control by the servo control unit 6 maintained, or moves the pickup 10 to the area incapable of recording, i.e., the disc innermost circumference or the disc outermost circumference, with the servo control by the servo control unit 6 turned off (step S13). Namely, the system control unit 32 positions the pickup 10 in the area other than the information recording area of the disc. It is necessary to emit the laser light from the LD 13 at the time of the calibration of the power ratio. Therefore, it has to be prevented that the useless data recording is performed in the original information recording area on the disc by the laser light. Therefore, the power calibration process is performed in the state that the pickup 10 is positioned in the test area or in the area incapable of recording at the disc inner or outer circumference.

When the pickup 10 is positioned in the area other than the information recording area of the disc, the system control unit 32 next determines whether or not to perform the test writing before the actual information recording (step S14). This can be determined by referring to the setting information indicating whether or not the information recording apparatus 1 is set to such a mode that the test recording is performed before the actual recording, for example.

When the test recording is performed (step S14; Yes), the system control unit 32 performs the above-mentioned power ratio calibration with at least one power within the power range for performing the test recording (step S15). Normally, the test recording is performed by changing the recording power within the predetermined power range, and based on the result, the optimum recording power is determined. Therefore, the system control unit 32 performs the power ratio calibration for at least one or preferably several recording power value(s) within the predetermined power range for performing the test recording. In this case, the predetermined power range for performing the test recording can be determined by setting the optimum recording power value pre-read from the optical disc 2 at the center.

On the other hand, when the test recording is not performed (step S14; No), the system control unit 32 performs the power ratio calibration at the optimum recording power value pre-read from the optical disc 2. Namely, in this case, the power ratio calibration is performed only for the one recording power value.

In such the way, the power ratio calibration is performed for at least one recording power value. By performing the power ratio calibration, the laser power actually emitted



from the LD 13 of the pickup 10 satisfies the condition defined by the optimum recording information. Therefore, when the test recording is performed, it becomes possible that the test recording with high accuracy is performed by using the recording power after performing the power ratio calibration in step S15. In addition, when the test recording is not performed and the actual information recording is performed, by the recording power after performing the power ratio calibration in step S16, the recording onto the optical disc 2 can be performed with the optimum recording characteristic.

#### [Optimum Recording Information on Various Kinds of Discs]

Next, it will be explained, for each disc, which value is used as the optimum recording information in the above-mentioned power ratio calibration process respectively, when the present invention is applied to a reproduction apparatus of various kinds of discs.

##### (1) DVD-R

FIG. 4 shows the laser driving waveform at the time of the 4-times speed recording of the DVD-R. In the 4-times speed recording of the DVD-R, the recording data of 3 T and 4 T is recorded by the single laser driving waveform shown on the left side of FIG. 4, and the recording data equal to or larger than 5 T is recorded by the laser driving waveform in a substantial recess shape shown on the right side of FIG. 4. When the level of the top pulse portion 201 and the last pulse portion 203 of the laser driving waveform equal to or larger than 5 T is prescribed as  $P_o$  and the level of the intermediate pulse portion 202 is prescribed as  $P_m$ , the value of the optimum recording power ratio:  $Pr=P_o/P_m$  is recorded on the DVD-R as the optimum recording information. Therefore, when the present invention is applied to the DVD-R, the power ratio calibration process is executed so that the recording power ratio obtained from the laser light actually emitted from the LD 13 becomes identical to the value of the optimum recording power ratio:  $Pr=P_o/P_m$ . It is noted that  $P_b$  is the bias level.

FIGS. 5A to 5C show an example of a margin characteristic of the recording power ratio:  $Pr=P_o/P_m$  at the time of the 4-times speed recording of the DVD-R. In this example, the optimum recording power ratio prerecorded on the DVD-R is the value about 1.45.

First, parameters examined below will be briefly explained. "Jitter" is a value indicating a fluctuation degree of rise-up and fall-down edges of a binarized reproduction signal, with respect to a PLL clock generated from the binarized reproduction signal. As the clock jitter is higher, the quality of the reproduction signal is worse. Conversely, as the clock jitter is lower, the quality of the reproduction signal is better. According to a DVD-R standard book, the jitter value: smaller than 8.0% is necessary. "Asymmetry" is a value indicating a shift degree of the magnitude center between the minimum recording mark (3 T mark) and the maximum recording mark (14 T mark), and according to the DVD-R standard book, the asymmetry: -0.05 to 0.15 is necessary.

"Modulation (I14H)" is a value indicating a ratio ( $I_{14}/I_{14H}$ ) of a magnitude  $I_{14}$  of the reproduction signal correspondent to the maximum recording mark to a difference  $I_{14H}$  between the peak value and zero level of the reproduction signal correspondent to the maximum recording mark (14 T mark) and. According to a DVD-R standard book, the modulation: equal to or larger than 0.60 (60%) is necessary.

FIG. 5A shows a relation between the recording power ratio ( $P_o/P_m$  ratio) and the jitter. It is understood that as the

recording power ratio is shifted with respect to the optimum value, the jitter becomes worse. FIG. 5B shows a relation among the recording power ratio, the asymmetry and the modulation. From FIG. 5B, it is understood that when the recording power ratio changes, the value of the asymmetry maintains almost constant, and when the power ratio is small, the modulation of the recording signal becomes large. This may give an adverse effect to ROPC (Running Optimum Power Control), which is not preferred. In addition, when the power ratio becomes large, the modulation becomes small, and S/N becomes worse.

FIG. 5C shows a relation between the recording power ratio and a distortion ratio of the recording waveform. It is understood that when the recording power ratio becomes larger than the optimum value, the distortion ratio becomes large. It is noted that the distortion ratio of the recording waveform shown in FIG. 5C is defined as shown in FIG. 6. FIG. 6 shows an example of the reproduction waveform of the recording signal, and a ratio of a distortion amount B to a magnitude A of the reproduction waveform is defined as the distortion ratio shown in FIG. 5C.

In addition, FIGS. 7A and 7B show the power margin characteristic in cases that the recording power ratio:  $Pr=P_o/P_m$  is close to and not close to the optimum recording power ratio at the time of the 4-times speed recording of the DVD-R. Specifically, FIG. 7A shows the variation of the jitter in a case that the recording power  $P_w$  is varied in a condition that the recording power ratio is set to the optimum value ( $P_o/P_m=1.45$ ) and the other value ( $P_o/P_m=1.35$ ) and the recording power ratio is maintained constant. FIG. 7B shows the variation of the modulation in the case. From FIG. 7A, it is understood that when the recording power ratio is shifted with respect to the optimum value, the minimum value of the jitter increases. In addition, it is understood that the recording power  $P_w$  necessary for obtaining the minimum value of the jitter also increases. From FIG. 7B, it is understood that when the recording power ratio is small, the modulation becomes large and the variation ratio (i.e., the tilt of the graph) with respect to the power of the modulation becomes small. Thus, when the modulation during the information recording is monitored and the ROPC control is executed, the accuracy becomes worse.

As described above, when the recording power ratio is shifted with respect to the optimum recording power ratio, there appear various kinds of adverse effects as follows: the jitter increases, the modulation decreases, the distortion becomes large, the accuracy of the ROPC may decrease. Therefore, it is understood that, in order to perform the recording with the optimum recording characteristic, it is effective that the power calibration is performed so that the recording power ratio becomes identical to the optimum recording power ratio by the power ratio calibration process.

##### (2) DVD-RW

Next, the description will be given of the optimum recording information for the DVD-RW. FIG. 8 is the laser driving waveform at the time of the recording of the DVD-RW. The laser driving waveform of the DVD-RW includes the recording power level  $P_w$ , the erasing power level  $P_e$  and the bias power level  $P_b$ . Onto the DVD-RW, the optimum value of the ratio  $\epsilon$  ( $=P_e/P_w$ ) of the erasing power level  $P_e$  to the recording power level  $P_w$  is recorded as the optimum recording power ratio. Thus, in the case of the DVD-RW, the above-mentioned power ratio calibration process is performed for the recording power ratio  $\epsilon$ .

It is noted that the laser driving signal of the similar waveform is used for the information recording, as for the CD-R and the DVD+RW. Therefore, the power ratio calibration process may be executed for the recording power ratio  $\epsilon$ , similarly to the DVD-RW.

FIGS. 9A to 9C are examples of the margin characteristic of the recording power ratio  $\epsilon$  at the time of double speed recording of the DVD-RW. FIG. 9A shows a relation between the recording power ratio  $\epsilon$  and the jitter, FIG. 9B shows a relation between the recording power ratio  $\epsilon$  and the asymmetry, and FIG. 9C shows a relation between the recording power ratio  $\epsilon$  and the modulation. It is noted that the optimum recording power ratio is  $\epsilon$ =about 0.52 (indicated by a straight line 210 in FIGS. 9A to 9C) in this example. From FIG. 9A, it is understood that when the recording power ratio  $\epsilon$  is shifted with respect to the optimum recording power ratio, the jitter becomes worse. From FIG. 9B, it is understood that when the recording power ratio  $\epsilon$  is shifted with respect to the optimum recording power ratio, the asymmetry varies. Additionally, from FIG. 9C, it is understood that when the recording power ratio  $\epsilon$  is shifted with respect to the optimum recording power ratio, the modulation varies.

As described above, when the recording power ratio  $\epsilon$  is smaller than the optimum recording power ratio, the increasing amount of the jitter is small. But the asymmetry becomes deep, and the modulation is saturated. Namely, the recording power becomes too large, which gives the adhesive effect to the repetitive recording characteristic of the DVD-RW. That is, a number capable of rewriting decreases. On the contrary, when the recording power ratio  $\epsilon$  is larger than the optimum recording power ratio, the asymmetry becomes shallow, and the jitter becomes worse.

FIG. 10 shows examples of the power margin characteristic in a case that the recording power ratio  $\epsilon$  ( $\epsilon$ =0.52) is identical to the optimum recording power ratio and in a case that the recording power ratio  $\epsilon$  is not identical to the optimum recording power ratio ( $\epsilon$ =0.60) at the time of the double speed recording of the DVD-RW. In FIG. 10, the horizontal axis shows the recording power value Pw, and the vertical axis shows the jitter. As understood with reference to FIG. 10, in the case that the recording power ratio  $\epsilon$  is not identical to the optimum recording power ratio, the minimum jitter value becomes large in comparison with the case that the recording power ratio  $\epsilon$  is identical to the optimum recording power ratio.

Like this, in the DVD-RW, it is understood that by making the recording power ratio  $\epsilon$  identical to the optimum recording power ratio (about 0.52 in this embodiment), the optimum recording characteristic can be obtained.

### (3) DVD+R

FIG. 11 shows an example of the laser driving waveform at the time of the 4-times speed recording of the DVD+R. The recording power for forming the recording mark equal to or larger than 5 T is Pp, the recording power for forming the recording mark of 4 T is Pp+ $\Delta$ Pp (4 T), and the recording power for forming the recording mark of 3 T is Pp+ $\Delta$ Pp (3 T). On the DVD+R, the recording power Pp shown in FIG. 11 and the ratio of the recording power at the time of recording 3 T mark and 4 T mark to the recording power Pp. Namely, the recording power ratio:  $\Delta$ Pp(3 T)/Pp and  $\Delta$ Pp(4 T)/Pp are recorded as the optimum recording information. Therefore, in the case of the DVD+R, the above-mentioned power ratio calibration process is executed for the recording power ratios.

### (4) CD-R

FIG. 12A is the laser driving waveform at the time of the recording of the CD-R, and FIG. 12B is the laser driving waveform at the time of the recording of a Multi-speed CD-R. On the CD-R, the ratio of the recording power  $\Delta$ Pw to the recording power Pw in FIGS. 12A and 12B is recorded as the optimum recording information. Thus, in the case of the CD-R, the above-mentioned power ratio calibration process is executed for the recording power ratio ( $\Delta$ Pw/Pw)

#### [Modification 1]

Next, the description will be given of a modification of the above-mentioned information recording apparatus. The modification applies the above-mentioned power ratio calibration process to the determination of the erasing power. As for the disc on which the information is repeatedly recorded, such as the DVD-RW, the DVD+RW and the CD-RW, at the time of rewriting the information similarly to the time of the recording, by performing the test recording after performing the power ratio calibration, the recording power and the erasing power can be determined. By erasing the recording information with the erasing power thus determined, the appropriate erasing can be performed.

FIG. 13 shows a flowchart of the erasing power determination process according to this modification. This process is realized by making the system control unit 32 shown in FIG. 2 execute the program prepared in advance.

First, the system control unit 32 detects whether or not the optical disc 2 is set in the information recording apparatus 1 (step S20). When detecting the optical disc 2 being set, the system control unit 32 obtains the optimum recording information from the optical disc 2 to temporarily store it therein (step S21). The optimum recording information includes the optimum recording power value and the optimum recording power ratio, as described above.

Next, the system control unit 32 determines whether or not erasing the information is prepared (step S22). Next, the system control unit 32 maintains the servo control by the servo control unit 6 and positions the pickup 10 in the test recording area, or makes the servo control by the servo control unit 6 turned off and moves the pickup 10 to the area incapable of recording at the disc innermost circumference or to the disc outermost circumference (step S23). Similarly to the case of the power calibration process shown in FIG. 2, by positioning the pickup 10 in the area other than the information recording area of the disc, it can be prevented that the useless data recording is performed in the original information recording area on the disc by the laser light during the erasing power determination process.

Next, the system control unit 32 performs the above-mentioned power ratio calibration with at least one power within the power range for the test recording (step S24). Thus, the power ratio calibration is performed for at least one power value. By performing the power ratio calibration, the laser power actually emitted from the LD of the pickup 10 satisfies the condition defined by the optimum recording information.

Next, the system control unit 32 performs the test recording with the recording power after performing the power ratio calibration, and determines the recording power and the erasing power (step S25). Thereby, it becomes possible that the information is erased with the appropriate power.

#### [Modification 2]

Next, another modification will be explained. This modification is a modification of the light receiving unit 20

11

receiving the laser light emitted from the LD, and FIG. 14 shows a configuration thereof. In FIG. 14, the same reference numerals are given to the same components as those of the information recording apparatus 1 shown in FIG. 2.

In the above-mentioned embodiment, the FMD is used as the detecting unit of the recording power. However, as shown in FIG. 14, a detector 22 may be provided at a position on the outer circumferential side of the optical disc 2 so that the detector 22 does not contact the optical disc 2, and may be used as the light receiving unit 20, for example. Like this, when the detector 22 is provided at the position on the outer circumferential side of the optical disc 2 on the same surface as the optical disc 2 and the output laser light of the LD 13 is detected, unlike the FMD, the power of the laser light actually irradiated onto the optical disc 2 can be detected by the detector 22.

As explained above, in the present invention, the information recording apparatus includes the pickup emitting the laser light, the light receiving unit receiving the laser light emitted from the pickup such as the FMD or the detector, the recording power detecting unit and the system control unit determining the power ratio in the laser light received by the FMD or the detector and calibrating the power of the laser power emitted from the pickup in order to make the determined power ratio identical to the predetermined reference power ratio. Therefore, by the power ratio calibration, in all the drive apparatus, it becomes possible to perform the actual information recording and test recording with the appropriate power ratio in any temperature circumstance. Moreover, it becomes possible to prevent an error of the power calibration at the time of the shipment from a factory and the change of the power ratio caused due to variation of differentiating quantization efficiency of the LD by the temperature change. As a result, the optimum recording characteristic can be obtained. This is particularly effective at the time of the recording with the increased speed at which the accuracy is necessary. In addition, since not power absolute value calibration but the power ratio calibration is performed, a special system and a complicated technique are unnecessary.

#### INDUSTRIAL APPLICABILITY

This invention is applicable to an apparatus for recording and reproducing the information onto and from various kinds of optical discs such as the DVD-R/RW, the CD-R/RW, the DVD+R/RW.

The invention claimed is:

1. An information recording apparatus comprising:
  - a pickup which emits a laser light;
  - a light receiving unit which receives the laser light emitted from the pickup; and
  - a power calibration unit which calculates a recording power ratio which is a ratio of light receiving levels detected by the light receiving unit correspondent to different emitting level portions of the laser light and performs power calibration for calibrating a recording power of the laser light emitted from the pickup so that the calculated recording power ratio becomes identical to an optimum recording power ratio.

12

2. The information recording apparatus according to claim 1,

wherein a driving waveform of the laser light includes a top pulse and a last pulse having a first level respectively and an intermediate pulse portion positioned between the top pulse and the last pulse and having a second level smaller than the first level, and

wherein the recording power ratio is a ratio of a light receiving level of the light receiving unit correspondent to the top pulse or the last pulse to a light receiving level of the light receiving unit correspondent to the intermediate pulse portion.

3. The information recording apparatus according to claim 1,

wherein a driving waveform of the laser light includes a recording power level, an erasing power level and a bias power level, and

wherein the recording power ratio is a ratio of the light receiving level correspondent to the laser light in the erasing power level to the light receiving level correspondent to the laser light in the recording power level.

4. The information recording apparatus according to claim 1, further comprising a reading unit which reads the optimum recording power ratio recorded on an information recording medium by using the pickup.

5. The information recording apparatus according to claim 1, wherein the power calibration unit performs the recording power calibration for at least one power value within a predetermined power range determined based on the optimum recording power value when test recording is performed before actual information recording.

6. The information recording apparatus according to claim 1, wherein the power calibration unit performs the power calibration in a state that the pickup is positioned at an area other than an information recording area of the information recording medium.

7. The information recording apparatus according to claim 1, wherein the power calibration unit performs the power calibration in a state that the pickup is positioned in a test recording area of the information recording medium.

8. The information recording apparatus according to claim 1, wherein the light receiving unit is a front monitor unit in the pickup.

9. The information recording apparatus according to claim 1, wherein the light receiving unit is a light detector disposed on a surface on which the information recording medium is disposed.

10. An information recording method comprising:

- a process which receives a laser light emitted from a pickup;
- a process which calculates a recording power ratio which is a ratio of light receiving levels detected by the light receiving process correspondent to different emission level portions of the laser light; and
- a process which performs a power calibration for calibrating a recording power of a laser light emitted from the pickup so that the calculated recording power ratio becomes identical to an optimum recording power ratio.

\* \* \* \* \*